

การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม  
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

ปฏิญานิพนธ์  
ของ  
อรอนงค์ ฟ้าคนอง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา  
มีนาคม 2549

THE DEVELOPMENT OF SCIENCE ACTIVITY PACKAGES  
ON ECOSYSTEM AND ENVIRONMENT FOR THE THIRD KEY STAGE STUDENTS

A THESIS  
BY  
ONANONG FAKANONG

Presented in partial fulfillment of the requirements  
for the Master of Education degree in Science Education  
at Srinakharinwirot University

การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม  
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

ปฏิญานิพนธ์  
ของ  
อรอนงค์ ฟ้าคนอง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา  
มีนาคม 2549  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม  
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

บทคัดย่อ  
ของ  
อรอนงค์ ฟ้าคนอง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา  
มีนาคม 2549

อรอนงค์ ฟาคนอง (2548). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ปรินทิพย์ กศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา).กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : อาจารย์ ดร.สมปราชญา วงศ์บุญหนัก อาจารย์ ชานินทร์ ปัญญาวัฒนากุล

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 3 ประการ คือ 1) เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 2) เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม และ 3) เพื่อศึกษาจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม

การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีการดำเนินการ 2 ขั้นตอนประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญและนำชุดกิจกรรมไปทดลองสอนกับนักเรียนจำนวน 3 คน และจำนวน 9 คน ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 2 การนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม 1 ห้องเรียน จากจำนวน 11 ห้องเรียน จำนวน 40 คน เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนสีกัน เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร ใช้เวลาสอน 14 คาบ คาบละ 50 นาที

ผลการวิจัยปรากฏผลดังนี้

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก
2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลการเรียนรู้ดังนี้
  - 2.1 มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
  - 2.2 มีผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. จิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับดี

THE DEVELOPMENT OF SCIENCE ACTIVITY PACKAGES  
ON ECOSYSTEM AND ENVIRONMENT FOR THE THIRD KEY STAGE STUDENTS

AN ABSTRACT  
BY  
ONANONG FAKANONG

Presented in partial fulfillment of the requirements  
for the Master of Education degree in Science Education  
at Srinakharinwirot University  
March 2006

Onanong Fakanong.(2006).Devenlopment of Science Activity Packages on Ecosystem and Environment for The Third Key stage.Master thesis,M.Ed.(Science Education). Bangkok : Graduate School,Srinakharinwirot University.Advisor Committee : Dr. Sompratana Wongboonnuk,Thanin Punyawattanakul.

There were three Purposes of the study : 1) to development and identify educational quality of science activity packages on “ Ecosystem and Environment. 2) to study learning outcomes ; knowledge and science process skills of the third key stage students by science activity packages and 3) to study attitude toward evironment of the third key stage students by science activity packages.

The study was accomplished through two stages of operation ; 1) devenlopment and quality evaluation of science activity packages by the experts and conducting a teaching experimentation with a group of three students and nine students successively. 2) performing experimental teaching by employing the science activity packages with the sampling coming up with a group in one class ( from 11 classes of 40 MS.2 of Seekun school ) for 14 preiods (50 minutes a period ) for the experimental teaching.

The results were as follows

1. the science activity packages were at higher educational quality “good level”
2. learning outcoms of students exposed to instruction utillizing the devenloped science activity packages were found positive :

2.1 students' post-test scores on knowledge were significantly higher than their pre-test scores

2.2 students' post-test scores on science process skills were significantly higher than their per-test scores

3. students' post-test scores on attitude toward Enviroument designated as “good level”

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม  
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

ของ

นางสาวอรอนงค์ ฟ้าคนอง

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสิริ จีระเดชากุล )

วันที่.....เดือน มีนาคม พ.ศ.2549

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธาน

(อาจารย์ ดร. สมปราวณา วงศ์บุญหนัก)

.....กรรมการ

(อาจารย์ธำนิษฐ์ ปัญญาวัฒนากุล)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

( รองศาสตราจารย์ทรรศนียา ศักดิ์ดี )

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

( อาจารย์ ดร. สอนง ทองปาน )



## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความกรุณาจากอาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก ประธานกรรมการที่ปรึกษา และอาจารย์ธานินทร์ ปัญญาวัฒนากุล กรรมการที่ปรึกษา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล ที่กรุณาให้แนวคิดข้อเสนอแนะและคำแนะนำในการทำวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ทรงศนียา ศักดิ์ดี และอาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน ที่ให้คำแนะนำเพิ่มเติมในการสอบปากเปล่าเกี่ยวกับปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ รองศาสตราจารย์ทรงศนียา ศักดิ์ดี ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิทัศน์ ผักเจริญผล อาจารย์ ดร.สุนันทา มั่นสมงคล และอาจารย์สุธี เหลืองมณีเวช ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน ที่กรุณาให้คำแนะนำเรื่องการตรวจค่า DO ของน้ำที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) เขตดอนเมือง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกต่างๆ ในการดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และขอใจนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา สมาชิกทุกคนในครอบครัว ฟาคนอง ญาติพี่น้องที่ให้อำลังใจ และช่วยเหลืออย่างดีตลอดระยะเวลาที่ศึกษา และทำการวิจัย และขอขอบคุณนิสิตระดับปริญญาโทและปริญญาเอกสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่านที่ได้ให้อำลังใจและช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ที่ได้รับจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณอันยิ่งใหญ่ของ บิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

อรอนงค์ ฟาคนอง

## สารบัญ

| บทที่                                                             | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------|------|
| 1 บทนำ.....                                                       | 1    |
| ภูมิหลัง.....                                                     | 1    |
| ความมุ่งหมายของการวิจัย.....                                      | 3    |
| ขอบเขตของการวิจัย.....                                            | 3    |
| ตอนที่ 1 การพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์.....         | 3    |
| ตอนที่ 2 การนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน.....    | 4    |
| นิยามศัพท์เฉพาะ.....                                              | 5    |
| สมมติฐานการวิจัย.....                                             | 6    |
| กรอบแนวคิดการวิจัย.....                                           | 7    |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....                             | 8    |
| เอกสารที่เกี่ยวกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....            | 10   |
| เอกสารเกี่ยวกับเนื้อหาในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์                     |      |
| เรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม.....                                | 13   |
| เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์.....           | 20   |
| เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับผลการเรียนรู้ด้านความรู้.....        | 29   |
| เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับผลการเรียนรู้                        |      |
| ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....                             | 35   |
| เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับจิตอนุรักษสิ่งแวดล้อม.....           | 43   |
| 3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....                                  | 46   |
| ตอนที่ 1 การพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์.....         | 46   |
| ตอนที่ 2 การนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน.....    | 49   |
| เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....                                   | 51   |
| แบบแผนการวิจัย.....                                               | 54   |
| เก็บรวบรวมข้อมูล.....                                             | 55   |
| การวิเคราะห์ข้อมูล.....                                           | 55   |
| สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....                                        | 55   |
| 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....                                       | 59   |
| ตอนที่ 1 การพัฒนาและหาคุณภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์.....            | 59   |
| ตอนที่ 2 การนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน..... | 60   |

## สารบัญ (ต่อ)

| บทที่                                | หน้า |
|--------------------------------------|------|
| 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ..... | 63   |
| ความมุ่งหมายของการวิจัย.....         | 63   |
| สมมติฐานการวิจัย.....                | 63   |
| วิธีดำเนินการวิจัย.....              | 63   |
| สรุปผลการวิจัย.....                  | 65   |
| อภิปรายผล.....                       | 65   |
| ข้อเสนอแนะ.....                      | 70   |
| บรรณานุกรม.....                      | 72   |
| ภาคผนวก.....                         | 79   |
| ภาคผนวก ก.....                       | 80   |
| ภาคผนวก ข.....                       | 88   |
| ภาคผนวก ค.....                       | 135  |
| ภาคผนวก ง.....                       | 167  |
| ภาคผนวก จ.....                       | 178  |
| ภาคผนวก ฉ.....                       | 220  |
| ภาคผนวก ช.....                       | 245  |
| ประวัติย่อผู้วิจัย.....              | 359  |

## บัญชีตาราง

| ตาราง                                                                                                                                                                                                                                    | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3 กับผลการเรียนรู้<br>ที่คาดหวังรายปี.....                                                                                                                                       | 11   |
| 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กับสาระการเรียนรู้พื้นฐาน<br>วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3.....                                                                                                                             | 11   |
| 3 แสดงหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) ช่วงชั้นที่ 3 มีจุดเน้น<br>รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์กับการเปลี่ยนแปลง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์.....                                                                                 | 12   |
| 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม<br>ช่วงชั้นที่ 3 กับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์.....                                                                                                         | 47   |
| 5 สรุปผลการปรับปรุงการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับนักเรียนจำนวน 3 คน.....                                                                                                                                                                 | 48   |
| 6 แสดงการจัดสรรเวลาในการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์.....                                                                                                                                                                                    | 50   |
| 7 แสดงแบบแผนการวิจัยในการทดสอบสมมติฐาน ข้อ 2.....                                                                                                                                                                                        | 54   |
| 8 แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและ<br>สิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ.....                                                                                                     | 59   |
| 9 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศ<br>และสิ่งแวดล้อม ด้านต่างๆ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน.....                                                                                               | 60   |
| 10 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br>ด้านต่างๆจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน.....                                                                                                                 | 61   |
| 11 ศึกษาจิตอนุรักษสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์<br>เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม.....                                                                                                                         | 62   |
| 12 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของการประเมินดัชนีความสอดคล้อง<br>(IOC) ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหาของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์<br>เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3<br>โดยผู้เชี่ยวชาญ..... | 136  |
| 13 สรุปความคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์<br>เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3<br>โดยผู้เชี่ยวชาญ.....                                                                                | 138  |
| 14 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ของการประเมินดัชนีความสอดคล้อง<br>(IOC) ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม<br>สำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ.....                                           | 140  |
| 15 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้<br>ด้านความรู้ (ด้านความชัดเจนของข้อคำถาม) เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม<br>สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ.....                                    | 142  |

## บัญชีตาราง (ต่อ)

| ตาราง                                                                                                                                                                                                                 | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 16 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้<br>ด้านความรู้ (ด้านความเหมาะสมของตัวเลือก) เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม<br>สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ.....                | 146  |
| 17 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้<br>ด้านความรู้ (ด้านความสอดคล้องกับจุดประสงค์) เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม<br>สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ.....             | 150  |
| 18 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้<br>ด้านความรู้ (ด้านความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัด) เรื่อง ระบบนิเวศและ<br>สิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ..... | 154  |
| 19 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้<br>ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3<br>โดยผู้เชี่ยวชาญ.....                                             | 158  |
| 20 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้าน<br>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม<br>สำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ.....                       | 162  |
| 21 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามจิตนุรักษ์สิ่งแวดล้อม<br>เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3<br>โดยผู้เชี่ยวชาญ.....                                                   | 165  |
| 22 แสดงการจำแนกข้อสอบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม<br>สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3.....                                                                                                      | 168  |
| 23 แสดงการจำแนกข้อสอบผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ<br>ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียน<br>ช่วงชั้นที่ 3.....                                                    | 170  |
| 24 ข้อมูลคะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ จำนวน 40 ข้อ<br>โดยการทดสอบกับนักเรียน จำนวน 100 คน.....                                                                                                      | 172  |
| 25 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ )<br>ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ โดยการทดสอบกับนักเรียน<br>จำนวน 100 คน.....                                          | 173  |
| 26 ข้อมูลคะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการ<br>ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อโดยการทดสอบกับนักเรียน<br>จำนวน 100 คน.....                                                                              | 175  |

## บัญชีตาราง (ต่อ)

| ตาราง                                                                                                                                                                                                | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 27 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการทดสอบกับนักเรียน จำนวน 100 คน.....          | 176  |
| 28 แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนจำนวน 9 คน.....                                                                                                     | 179  |
| 29 แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียน จำนวน 9 คน.....                                                                                    | 180  |
| 30 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและ สิ่งแวดล้อม ด้านต่างๆ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับ นักเรียน จำนวน 40 คน.....                            | 181  |
| 31 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและ สิ่งแวดล้อม ด้านความรู้-ความจำ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน.....                    | 183  |
| 32 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและ สิ่งแวดล้อม ด้านความเข้าใจ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน .....                       | 185  |
| 33 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและ สิ่งแวดล้อม ด้านการเสาะแสวงหาความรู้ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน.....              | 187  |
| 34 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและ สิ่งแวดล้อม ด้านการนำไปใช้ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน.....                        | 188  |
| 35 แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน.....                                                                                           | 191  |
| 36 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ทักษะการสังเกต จากการทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน ..... | 193  |
| 37 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ทักษะการวัด จากการทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับนักเรียนจำนวน 40 คน .....     | 195  |
| 38 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ทักษะการคำนวณ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน.....    | 197  |

## บัญชีตาราง (ต่อ)

| ตาราง                                                                                                                                                                                                                                               | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 39 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ทักษะการจำแนกประเภทจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับนักเรียนจำนวน 40 คน.....                                                | 199  |
| 40 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน.....           | 201  |
| 41 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ทักษะการจัดกระทำข้อมูลจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับนักเรียนจำนวน 40 คน.....                                             | 203  |
| 42 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับนักเรียนจำนวน 40 คน.....                                     | 205  |
| 43 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ทักษะการพยากรณ์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับนักเรียนจำนวน 40 คน .....                                                   | 207  |
| 44 แสดงผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน.....                                                                                                                          | 209  |
| 45 คะแนนจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ด้านที่ 1 พฤติกรรมความรู้สึกนึกคิดต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยทดสอบกับนักเรียนจำนวน 40 คน.....              | 211  |
| 46 คะแนนจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ด้านที่ 2 พฤติกรรมการแสดงออกในการรักษาสิ่งแวดล้อม โดยทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน.....                       | 213  |
| 47 คะแนนจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ด้านที่ 3 พฤติกรรมการแสดงออกการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน..... | 215  |

## บัญชีภาพประกอบ

| ภาพประกอบ                                               | หน้า |
|---------------------------------------------------------|------|
| 1 ผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้พื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3 ..... | 10   |
| 2 แสดงห่วงโซ่อาหาร.....                                 | 15   |
| 3 แสดงสายใยอาหาร.....                                   | 15   |
| 4 แสดงปิระมิดอาหาร.....                                 | 15   |



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

สังคมปัจจุบันเป็นยุคโลกาภิวัตน์ (Globalization) ที่มีการแข่งขันเปลี่ยนแปลงและพัฒนาการรวบรวมรายงานข้อมูลข่าวสารด้วยการใช้ระบบสารสนเทศที่สามารถโยงใยเครือข่ายการติดต่อได้เกือบทั่วทุกมุมโลก เป็นความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีที่อยู่บนพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ ซึ่งนับว่ามีปัญหาสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศทั้งด้านการเมือง การปกครอง สังคม เศรษฐกิจและการศึกษา

ดังนั้นการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ต้องมีการเรียนรู้อย่างแท้จริง บนพื้นฐานและปัจจัยตามขั้นตอนและเป็นรูปธรรม ประเทศที่มุ่งเน้นพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์จะเป็นผู้นำด้านเทคโนโลยีตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา การพัฒนาการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยยังไม่มีพัฒนาเท่าที่ควรด้วยสาเหตุหลักๆ ดังนี้

1) การกำหนดหลักสูตรการศึกษา รัฐบาลเป็นผู้กำหนด 2) การขาดแคลนครูวิทยาศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนประชากรที่มากขึ้น และ 3) ขาดแคลนงบประมาณการจัดหาสื่ออุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน การที่รัฐบาลโดยกระทรวงศึกษาธิการเป็นผู้กำหนดหลักสูตรให้ใช้เป็นมาตรฐานของโรงเรียนทั่วประเทศทำให้มีข้อจำกัดการจัดหลักสูตรให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของแต่ละชุมชนที่มีความแตกต่างกัน ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างสัมฤทธิ์ผล การขาดแคลนครูวิทยาศาสตร์เป็นปัญหา ที่ยังไม่ได้รับการแก้ไขอย่างเป็นรูปธรรม การเพิ่มขึ้นของประชากรทำให้ผู้เรียนมากขึ้น อัตราส่วนครูต่อนักเรียนสูง ทำให้ครูต้องรับผิดชอบมากขึ้น ทำให้มีเวลาพัฒนาเนื้อหาการเรียนการสอนน้อยลง การพัฒนาจึงชะงักการสอนจึงเน้นแต่ตำรา ขาดความรู้จากแหล่งรอบรู้ภายนอก ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่กระตือรือร้นที่จะไปแสวงหาความรู้ด้วยการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งความรู้ที่หลากหลายไม่สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไปแก้ปัญหาชีวิตจริงได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.2544:37-63; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.2546:1)

ปัจจุบันกระทรวงศึกษาธิการได้มอบสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ขั้นพื้นฐาน การเรียนรู้ขั้นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 เพื่อเป็นแนวทางให้สถานศึกษานำไปจัดหลักสูตรให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นอยู่และความต้องการของแต่ละท้องถิ่น ให้เน้นการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและเห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ สื่อสารให้เกิดความรู้ความเข้าใจ นำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมยิ่งขึ้น ครูต้องมีส่วนร่วมทุกขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถถ่ายทอด และดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ด้วยการชี้แนะชี้แนะและอาศัยแหล่งการเรียนรู้ทั้งจากภายในท้องถิ่นและตามสากล เป็นผู้วางแผนการเรียนรู้เป็นขั้นตอนมีการร่วมกิจกรรมที่หลากหลายทั้งเป็นกลุ่มและรายบุคคล ศึกษาค้นคว้าความรู้หรือนวัตกรรมใหม่ ๆ มาเสริมการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเอง ได้ลงมือปฏิบัติจริงความสำเร็จที่ได้รับจะนำมาซึ่งความภาคภูมิใจของตัวนักเรียนเอง ทำให้เกิดความชอบและสนุกกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ อันจะเป็นแรงผลักดันหรือแรงบันดาลใจให้นักเรียนมุ่งมั่น ทุมเท ค้นคว้าหาความจริงอย่างไม่หยุดหย่อน เกิดทักษะทางความคิด นำมาซึ่งการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบบยั่งยืน และสร้างความเจริญก้าวหน้าให้กับตนเอง สังคมโดยรวมและประเทศชาติต่อไป

ชุดกิจกรรมจึงเป็นสื่อที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีการจัดสื่อการเรียนรู้ไว้อย่างเป็นระบบ ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมจากชุดกิจกรรมด้วยตนเอง มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ รับผิดชอบต่อความสามารถของตนเองฝึกความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม การเรียนรู้เป็นอิสระ ได้รับความสนใจไม่ให้เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เพื่อให้เกิดการพัฒนาในทุกๆ ด้าน (เนื่อทอง น่ายี. 2544 : 22) ดังที่ จีราภรณ์ ตรียาพันธ์ (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการสอน

วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย พบว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่ระดับร้อยละ 88.52 และมีเจตคติต่อการเรียนรู้โดยใช้ชุด กิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี และเพื่อเป็นการเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนควรมีการเชื่อมโยงและบูรณาการสาระการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน เพื่อให้สอดคล้องกับวิถีชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองตามความถนัดและความสนใจรายบุคคล โดยเรียนรู้จากแหล่งข้อมูลทั้งที่เป็นสื่อการเรียนรู้ ใบความรู้ ใบงานและวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ (คณะอนุกรรมการปฏิรูปการเรียนรู้.2544 : 43) ดังนั้น หลักสูตรขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2542 ได้กำหนดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยสาระที่เป็นองค์ความรู้ไว้ 8 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สาระที่ 2 ชีวิตกับ สิ่งแวดล้อม สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ สาระที่ 5 พลังงาน สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นหลักสูตรแกนกลางกำหนดให้สถานศึกษาได้สร้างหลักสูตรสถานศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการของชุมชนและท้องถิ่น โดยการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกสาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมพัฒนาเป็นชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะวิจัยการจัดกระบวนการเรียนการสอนในโรงเรียนสีกัน (วัฒนานครที่อุปถัมภ์) เนื่องด้วยโรงเรียนสีกัน (วัฒนานครที่อุปถัมภ์) มีสภาพที่จะเป็นกรณีศึกษาในการจัดแหล่งเรียนรู้ให้สอดคล้องกับสาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยผู้วิจัยได้จัดทำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และทำการศึกษาผลการเรียนรู้ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และด้านจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม ผลการเรียนรู้ดังกล่าวทำให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์โดยตรง จากระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม เกิดความรู้และตระหนักในความสำคัญของการช่วยกันอนุรักษ์ดูแลรักษาระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ผลสำเร็จของการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมนี้สามารถเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ สามารถนำไปใช้ประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน ตลอดจนส่งเสริมพัฒนาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ต่อไป

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม
  2. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
- ช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม
3. เพื่อศึกษาจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่เรียนชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม

### ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จะได้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาคุณภาพตามเกณฑ์โดยการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ และมีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ ดังนี้

1. ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์สามารถนำตัวอย่างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อม สำหรับช่วงชั้นที่ 3 ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน
2. นักเรียนจะมีกรอบความคิดขั้นพื้นฐานสำหรับการแสวงหาความรู้ และได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทำให้มีจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อมและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

### ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยมี 2 ขั้นตอน ดังนี้

#### ตอนที่ 1 การพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

1. การสำรวจข้อมูลพื้นฐาน เกี่ยวกับระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนสีกัน (วัฒนานครอุปถัมภ์) เขตตอนเมือง กรุงเทพมหานคร
2. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้สัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์จาก ระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนสีกัน(วัฒนานครอุปถัมภ์) โดยมีเกณฑ์การเรียนรู้ดังนี้
  - 2.1 สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมในระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ในบริเวณโรงเรียนสีกัน (วัฒนานครอุปถัมภ์)
  - 2.2 เหมาะสมกับวัยและธรรมชาติการเรียนรู้ของนักเรียน
  - 2.3 สะดวก ปลอดภัย
  - 2.4 มีคุณค่า เหมาะสมกับเวลา

จากการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานผู้วิจัยเลือกสาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) ในเนื้อหา เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม จากแนวการจัดสาระการเรียนรู้แกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสีกัน(วัฒนานครอุปถัมภ์)

3. เนื้อหาที่นำมาพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เป็นเนื้อหาจากเอกสารสาระการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ของหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสีกัน(วัฒนานครอุปถัมภ์)

4. การหาคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยการประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญ

## ตอนที่ 2 การนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 11 ห้องเรียน รวม 450 คน ส่วนกลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียน 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบจัดกลุ่ม (Cluster random sampling) จากประชากร

### 2. ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองสอน

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม

#### 2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้

2.2.2 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2.3 จิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

### 3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองสอน

ผู้วิจัยใช้เวลาในการทดลองสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 กับนักเรียนในชั่วโมงกิจกรรมวิชาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที รวมระยะเวลาทดลองสอนทั้งหมด 14 คาบ

4. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองสอน เป็นเนื้อหาที่ได้จากการพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้

#### 4.1 เนื้อหา เรื่อง ระบบนิเวศ มี 3 เรื่อง ได้แก่

4.1.1 ระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน

4.1.2 สิ่งมีชีวิตในน้ำ

4.1.3 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

#### 4.2 เนื้อหา เรื่อง สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน มี 4 เรื่อง ได้แก่

4.2.1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ และชีวภาพในบริเวณโรงเรียน

4.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต

4.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต

4.2.4 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุมกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม หมายถึง สื่อการเรียนการสอน ซึ่งเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยนำเนื้อหาจากในสาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มาตรฐานการเรียนรู้ ว 2.1 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ชุด ในแต่ละชุดกิจกรรมประกอบด้วยชื่อกิจกรรม คำชี้แจง จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ ใ้บทความรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรม และแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

2. นักเรียนในช่วงชั้นที่ 3 หมายถึง นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3 ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสีกัน (วัฒนานันท์อุปถัมภ์) เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร

3. ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ หมายถึง องค์ความรู้ที่นักเรียนได้จากการเรียนชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการเสาะแสวงหาความรู้ และด้านการนำไปใช้ ในการวิจัยครั้งนี้ วัดผลโดยใช้แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียน ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิด ความคล่องแคล่วและชำนาญซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัย สร้างขึ้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์ 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา ทักษะการจัดกระทำข้อมูล ทักษะการ ลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ เครื่องมือที่ใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. จิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม หมายถึง เจตคติทางสิ่งแวดล้อมที่กล่าวถึงความรู้สึกหรือพฤติกรรมต่อ การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในการป้องกัน การบำรุงรักษา และใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด วัดได้ จากแบบวัดจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามวิธีของลิเคอร์ท โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วย เจย ๆ ไม่เห็นด้วย ซึ่งพิจารณาโดยรวม 3 ด้าน คือ

5.1 ด้านพฤติกรรมความรู้สึกรู้สึกนึกคิดต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม หมายถึง การเห็นคุณค่าของ การป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยมีความรับผิดชอบต่อการใช้ และการดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม

5.2 ด้านพฤติกรรมการแสดงออกในการรักษาสิ่งแวดล้อม หมายถึง ความสนใจเข้าร่วมทำ กิจกรรมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและพัฒนาสิ่งแวดล้อม การเลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา สิ่งแวดล้อม

5.3 ด้านพฤติกรรมการแสดงออกในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด หมายถึง การกระทำที่อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ การใช้น้ำ การใช้ไฟฟ้า การจัดการขยะ

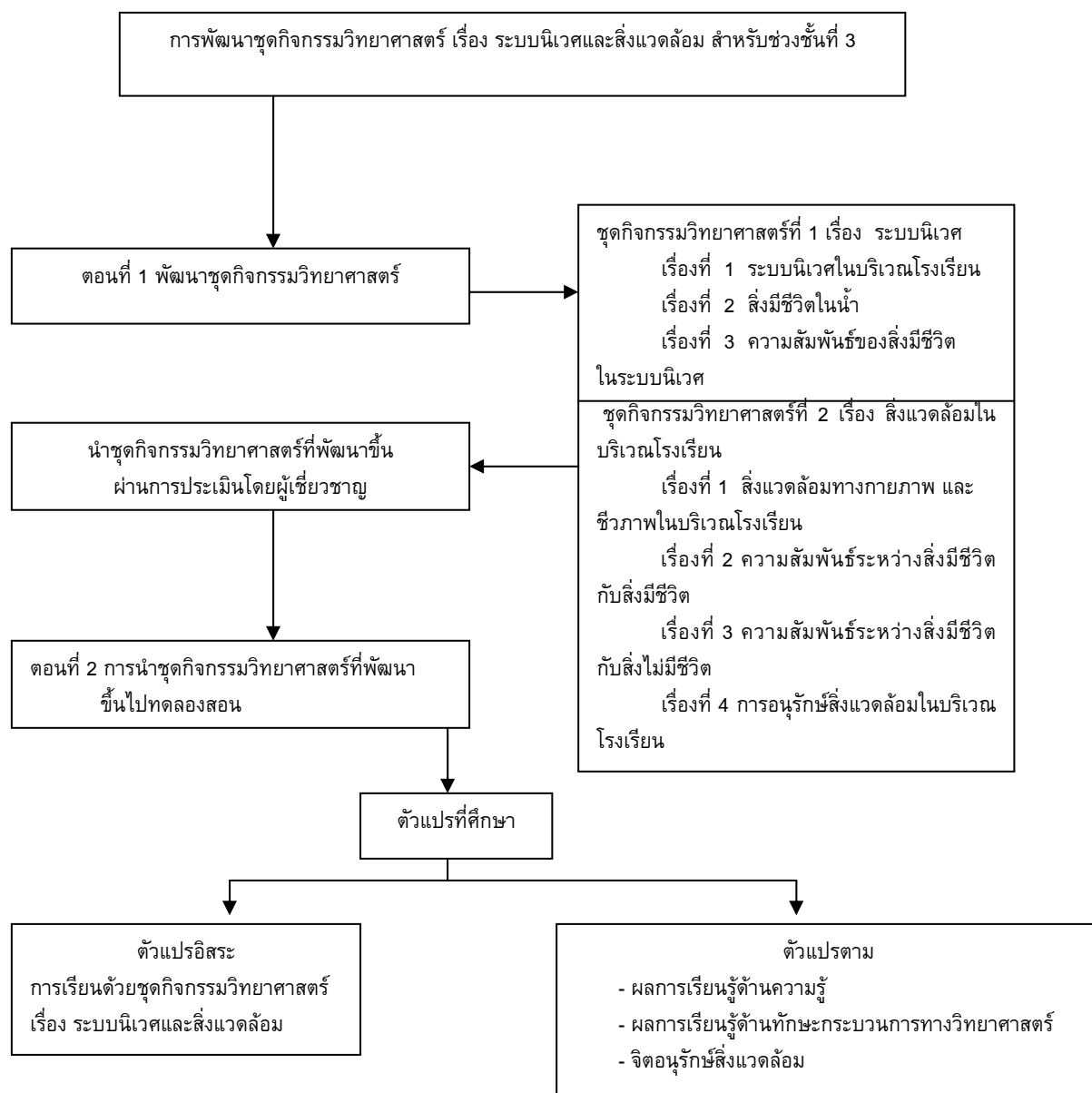
เครื่องมือที่ใช้วัดจิตอนุรักษ์ สิ่งแวดล้อม จำนวน 30 ข้อ โดยแบ่งเป็นด้านพฤติกรรมด้าน ความรู้สึกรู้สึกนึกคิดต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จำนวน 10 ข้อ ด้านพฤติกรรมการแสดงออกในการรักษา สิ่งแวดล้อม จำนวน 10 ข้อ และด้านพฤติกรรมการแสดงออกในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ สูงสุด จำนวน 10 ข้อ วัดได้จากการทำแบบวัดจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบมาตราส่วน

ประมาณค่า 3 ระดับ ได้แก่ ระดับเห็นด้วย หมายถึง อยู่ในระดับดี เฉยๆ หมายถึง อยู่ในระดับพอใช้ ไม่เห็นด้วย หมายถึง อยู่ในระดับปรับปรุง

### สมมติฐานการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีคุณภาพอยู่ในระดับดี
2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้ และผลการเรียนรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับดี

## กรอบแนวคิดในการทำวิจัย



1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
  - 1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ( IOC )
  - 1.2 ค่าความยากง่าย ( p )
  - 1.3 ค่าอำนาจจำแนก ( r ) โดยวิธีการแจกแจงค่าที่ ( t – distribution )
  - 1.4 ค่าความเชื่อมั่นจากสูตร K-R 20 ( Kuder – Richardson )
2. สถิติที่ใช้การทดสอบสมมติฐาน
 

t-test ( t – test dependent ), t- test one group

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับช่วงชั้นที่ 3  
ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และประมวลนำเสนอตามหัวข้อดังนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย
  - 1.1 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
  - 1.2 ผังมโนทัศน์ สาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
  - 1.3 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 3 สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
  - 1.4 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสีกัน(วัฒนานันทอุปถัมภ์) ช่วงชั้นที่ 3
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม
  - 2.1 ความหมายของระบบนิเวศ
  - 2.2 ความหมายของกลุ่มสิ่งมีชีวิต
  - 2.3 ความหมายของแหล่งที่อยู่
  - 2.4 ประเภทของระบบนิเวศ
  - 2.5 บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
  - 2.6 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในเชิงอาหาร
  - 2.7 ความหมายของสิ่งแวดล้อม
  - 2.8 ประเภทของสิ่งแวดล้อม
  - 2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต
    - 2.9.1 ปัจจัยทางชีวภาพที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต
    - 2.9.2 ปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต
  - 2.10 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
  - 3.1 ความหมายของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
  - 3.2 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
  - 3.3 ขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
  - 3.4 ประโยชน์ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
  - 3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวกับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับผลการเรียนรู้ด้านความรู้
  - 4.1 ความหมายของผลการเรียนรู้ด้านความรู้
  - 4.2 การจำแนกผลการเรียนรู้ด้านความรู้
  - 4.3 ประโยชน์ของการวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้
  - 4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลการเรียนรู้ด้านความรู้



5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  - 5.1 ความหมายของผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  - 5.2 องค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  - 5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม
  - 6.1 ความหมายของเจตคติหรือจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม
  - 6.2 แนวทางในการพัฒนาเจตคติหรือจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม
  - 6.3 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อเจตคติหรือจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม
  - 6.4 โครงสร้างของพฤติกรรมด้านเจตคติหรือจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม
  - 6.5 งานวิจัยเกี่ยวกับเจตคติหรือจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม

## 1. เอกสารเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์

เอกสารจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ กระทรวงศึกษาธิการได้กล่าวถึงการจัดกระบวนการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีสาระสำคัญสรุปดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ กระทรวงศึกษาธิการ.2545 : 7-12.)

### 1.1 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระการเรียนรู้ที่กำหนดเป็นสาระหลักของวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ที่นักเรียนทุกคนต้องเรียนรู้ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นด้านความรู้ เนื้อหา แนวความคิดหลักวิทยาศาสตร์ และกระบวนการสาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 สาระย่อย ดังนี้

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 : พลังงาน

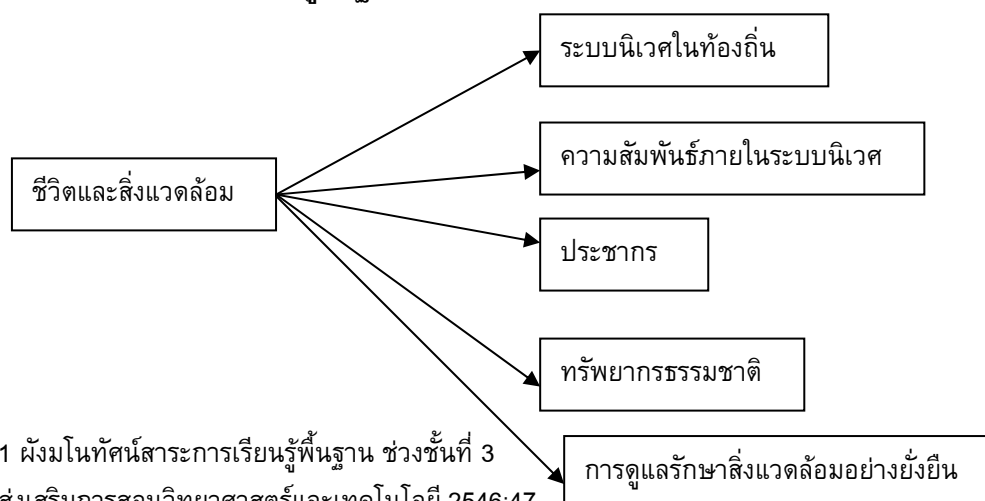
สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนั้นผู้วิจัยเลือกสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาเป็นชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สำหรับช่วงชั้นที่ 3 เนื่องจาก ผู้วิจัยสามารถจัดกิจกรรมได้ในบริเวณโรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) เหมาะสมกับวัยและธรรมชาติการเรียนรู้ของนักเรียน สะดวก ปลอดภัย มีคุณค่าเหมาะสมกับเวลา โดยผู้วิจัยได้ยึดแนวการจัดกิจกรรม ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งได้เสนอแนะโครงสร้างหลักสูตร การจัดสาระการเรียนรู้แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานสำหรับสถานศึกษานำไปใช้หรือปรับใช้ให้เหมาะสม เพื่อเป็นหลักสูตรสถานศึกษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 1.2 ผังมโนทัศน์ สาระการเรียนรู้พื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3



ภาพประกอบ 1 ผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้พื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3  
ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.2546:47

### 1.3 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 3 สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3 กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี

| มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.1-3                                                                                                                      | ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. สำรวจตรวจสอบระบบนิเวศต่างๆ ในท้องถิ่น อธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน วัฏจักรของสารและการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร | 1. สำรวจ อธิบาย และเขียนภาพแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศในท้องถิ่น และการถ่ายทอดพลังงาน<br>2. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับวัฏจักรของคาร์บอน ไนโตรเจนและน้ำ ที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ภายในระบบนิเวศ<br>3. สำรวจ ทดลอง และอธิบายการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร |

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.2546:91-92

ตาราง 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กับสาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ระดับช่วงชั้นที่ 3

| ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 3                                                                                                                                                        | สาระการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. สำรวจ อธิบาย และเขียนภาพแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศในท้องถิ่นและการถ่ายทอดพลังงาน<br>2. สำรวจวิเคราะห์และอธิบายเกี่ยวกับสภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น | 1. การสำรวจระบบนิเวศในท้องถิ่น และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ และการถ่ายทอดพลังงาน<br>2. การสำรวจ การอภิปราย และการวิเคราะห์เกี่ยวกับสภาพปัญหา และสาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น |

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.2546:141-142

#### 1.4 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) ช่วงชั้นที่ 3

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมในรอบของหลักสูตรสถานศึกษา และจากการจัดแผนการเรียน ช่วงชั้นที่ 3 ของโรงเรียนสีกัน (วัฒนานันท์อุปถัมภ์) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 80 ชั่วโมง และในสาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม จำนวน 22 ชั่วโมง โดยหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสีกัน (วัฒนานันท์อุปถัมภ์) ช่วงชั้นที่ 3 ได้กำหนดจุดเน้นรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์กับการเปลี่ยนแปลง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดตาราง 3

**ตาราง 3** แสดงหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) ช่วงชั้นที่ 3 มีจุดเน้นรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์กับการเปลี่ยนแปลง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

| สาระการเรียนรู้                                            | ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง                                                                                     | ใช้เวลาสอน |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. ความหลากหลายและการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพในท้องถิ่น        | 1. อธิบายความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่น และการเปลี่ยนแปลงที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตและมนุษย์     | 4 ชั่วโมง  |
| 2. การเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น และทรัพยากรธรรมชาติ | 2. อธิบายเกี่ยวกับความสำคัญ และความหลากหลายทางชีวภาพ ในท้องถิ่น ซึ่งมีผลต่อการดำรงชีวิตสิ่งมีชีวิตและมนุษย์ | 6 ชั่วโมง  |
| 3. เทคโนโลยีชีวภาพกับการเปลี่ยนแปลง                        | 3. ความสัมพันธ์ของระบบนิเวศ และการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร                                                 | 6 ชั่วโมง  |
| 4. ระบบนิเวศและการเปลี่ยนแปลง                              | 4. อธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศในท้องถิ่น และการเปลี่ยนแปลงการถ่ายทอดพลังงาน               | 6 ชั่วโมง  |

ที่มา : หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์).2546.

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สำรวจข้อมูลพื้นฐาน เกี่ยวกับระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนสีกัน (วัฒนานันท์อุปถัมภ์) เพื่อใช้เป็นแหล่งเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น จากนั้นนำผลที่ได้จากการสำรวจแหล่งเรียนรู้ในบริเวณโรงเรียนมาวิเคราะห์ให้สอดคล้องกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาปีที่ 3 ) และกำหนดเนื้อหาการจัดกิจกรรมตามแนวหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) ช่วงชั้นที่ 3 โดยจัดลำดับการเรียนรู้ของนักเรียนจากง่ายไปยาก เพื่อเหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียน สะดวก ปลอดภัย มีคุณค่า ซึ่งในการวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้ข้อมูลดังกล่าวเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม โดยมีชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ชุด ดังนี้

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ

เรื่องที่ 1 ระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน

เรื่องที่ 2 สิ่งมีชีวิตในน้ำ

เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

- ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน
- เรื่องที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ และชีวภาพในบริเวณโรงเรียน
- เรื่องที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต
- เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต
- เรื่องที่ 4 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน

## 2. เอกสารเกี่ยวกับเนื้อหาในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม

### 2.1 ความหมายของระบบนิเวศ

นิเวศวิทยาเป็นวิชาที่กล่าวถึงสิ่งมีชีวิต (Organisms) กับสิ่งแวดล้อม (Environment) ถ้าแยกคำ Ecology มาจากภาษากรีก คือ Oikos หมายถึง บ้านหรือที่อยู่อาศัย Logos หมายถึง วิชาหรือวิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุนี้คำ Ecology จึงมีความหมายกว้างเนื่องจากหมายถึงทุกสิ่งที่อยู่รอบๆ สิ่งมีชีวิตนั้นๆ ไม่ว่าจะเป็นสิ่งมีชีวิตด้วยกันหรือสิ่งไม่มีชีวิตก็ตาม (ปรีชา สุวรรณพินิจและนางลักษณ์ สุวรรณพินิจ.2540:863)

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของนิเวศวิทยาและระบบนิเวศ ดังนั้นผู้วิจัยสรุปได้ดังนี้

นิเวศวิทยา (Ecology) เป็นวิชาที่กล่าวถึงสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ระบบนิเวศ (Ecosystem) หมายถึง การศึกษาสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติเนื่องจากสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติมีความสัมพันธ์ต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง หรือ การศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสภาพแวดล้อม

### 2.2 ความหมายของกลุ่มสิ่งมีชีวิต

กลุ่มสิ่งมีชีวิต (Community) หมายถึง สิ่งมีชีวิตตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปมาอยู่ในแหล่งที่อยู่อาศัยเดียวกันในเวลาเดียวกัน สมาชิกแต่ละหน่วยมีความสัมพันธ์กันโดยตรงหรือโดยทางอ้อม และต่างมีความสำคัญต่อกลุ่ม สิ่งมีชีวิต ตามบทบาทหน้าที่ (Niche) ของตนเอง เช่น กลุ่มสิ่งมีชีวิตในสระน้ำแห่งหนึ่งจะประกอบขึ้นด้วยประชากรของปลา กุ้ง ปู สาหร่าย จอก แหน บัว เป็นต้น (ปรีชา สุวรรณพินิจและนางลักษณ์ สุวรรณพินิจ.2546:871;กันยา กมุทชาติ.ม.ป.ป.: 16)

### 2.3 ความหมายของแหล่งที่อยู่

แหล่งที่อยู่ (Habitat) หมายถึง สถานที่หรืออาณาบริเวณที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ สภาพแวดล้อมของแหล่งที่อยู่อาศัยนั้นแตกต่างกันไป กลุ่มสิ่งมีชีวิตจะได้รับประโยชน์จากแหล่งที่อยู่อาศัยเป็นแหล่งอาหารเป็นที่หลบภัยจากศัตรู หรือภัยธรรมชาติ เป็นแหล่งผสมพันธุ์หรือวางไข่ และเลี้ยงดูตัวอ่อน สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันมีความต้องการสภาพแวดล้อม และขนาดของแหล่งที่อยู่อาศัยต่างกัน (ปรีชา สุวรรณพินิจ และนางลักษณ์ สุวรรณพินิจ.2546:874;กันยา กมุทชาติ.ม.ป.ป.:15)

## 2.4 ประเภทของระบบนิเวศ

ประเภทของระบบนิเวศ แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

2.4.1 ระบบนิเวศบนบก เช่น ป่าไม้ สนาบหญ้า ทุ่งนา

2.4.2 ระบบนิเวศในน้ำ ได้แก่

- ระบบนิเวศน้ำจืด เช่น แม่น้ำ สระน้ำ
- ระบบนิเวศน้ำเค็ม เช่น ทะเล มหาสมุทร

## 2.5 บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

จำแนกตามลักษณะกิจกรรมหน้าที่ในระบบนิเวศได้ 3 กลุ่มคือ

2.5.1 ผู้ผลิต (Producer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สามารถสังเคราะห์อาหารได้เอง พวกที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ ได้แก่พวกที่มี คลอโรฟิลล์ หรือ คลอโรพลาสต์ กับพวกที่สังเคราะห์เคมี เช่น พวกแบคทีเรียบางชนิด (ปรีชา สุวรรณพินิจและนางลักษณ์ สุวรรณพินิจ.2546:878)

2.5.2 ผู้บริโภค (Consumer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง ต้องกินสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นซึ่งเป็นการถ่ายทอดพลังงาน แบ่งออกได้เป็น

- สัตว์กินพืช (Herbivore) ผู้บริโภคที่กินพืชและมีบทบาทในการย่อยเนื้อเยื่อของพืชมาใช้ เช่น ช้าง ม้า วัว ควาย แพะ แกะ และแมลงบางชนิด เป็นต้น

- สัตว์กินสัตว์ (Carnivore) ผู้บริโภคที่กินเนื้อเป็นอาหาร เช่น เสือ สิงโต กบ จิ้งจก เป็นต้น

- สัตว์กินทั้งพืชและสัตว์ (Omnivor) ผู้บริโภคที่กินได้ทั้งพืชและสัตว์ เช่น คน ไก่ เป็นต้น

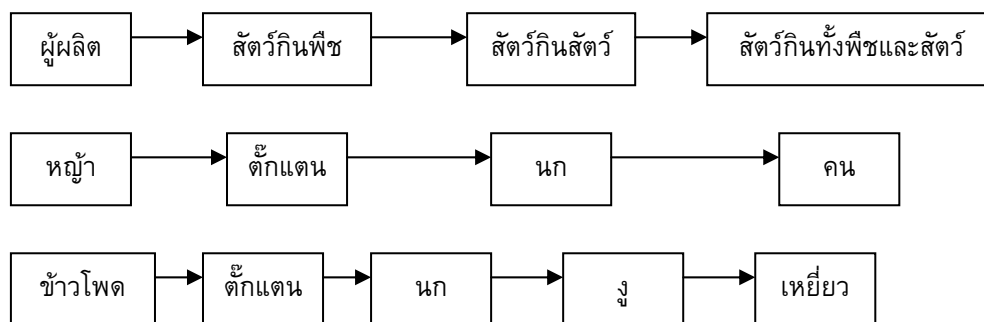
- สัตว์กินซาก ผู้บริโภคที่กินซากสัตว์ที่ตายแล้วเป็นอาหาร แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม พวกกินซากสัตว์ (Scavenger) ซึ่งจะกินของที่เริ่มเน่าเปื่อยแล้ว เช่น แร้ง หนอนกินซากหมาเน่า เป็นต้น และผู้บริโภคเศษอินทรีย์สาร (Detrivore) เช่น ไส้เดือน กิ้งกือ หอย ปลวก มอด เป็นต้น (ปรีชา สุวรรณพินิจ และ นางลักษณ์ สุวรรณพินิจ.2540:878)

2.5.3 ผู้ย่อยสลาย (Decomposer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ สิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะกินอาหารจากซากสิ่งมีชีวิตอื่นๆ โดยผลิตเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารให้เป็นสารโมเลกุลเดี่ยวซึ่งส่วนหนึ่งจะถูกดูดซึมเป็นอาหารและส่วนที่เหลือจะตกค้างอยู่ในดินกลายเป็นธาตุอาหารของพืชต่อไป สิ่งมีชีวิตที่ทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลาย ได้แก่ จุลินทรีย์ พวกเห็ด รา ยีสต์ แบคทีเรีย เป็นต้น (ปรีชา สุวรรณพินิจ และ นางลักษณ์ สุวรรณพินิจ.2546:878)

## 2.6 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในเชิงอาหาร

ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในเชิงอาหารในระบบนิเวศ การหมุนเวียนของธาตุและสารประกอบในธรรมชาติ และภาวะสมดุลในระบบนิเวศ มีรายละเอียดดังนี้

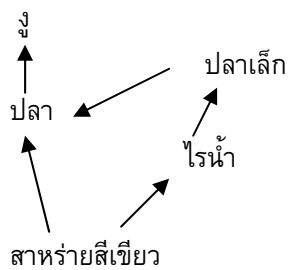
2.6.1 ห่วงโซ่อาหาร (Food chain) หมายถึง กระบวนการถ่ายทอดพลังงานในรูปอาหารจากสิ่งมีชีวิตระดับหนึ่งไปยังอีกระดับหนึ่งโดยลักษณะการกินเป็นทอดๆ ของสิ่งมีชีวิตเป็นลำดับต่อเนื่องกันเป็นสายยาว



ภาพประกอบ 2 แสดงห่วงโซ่อาหาร (Food chain)

ที่มา : ปรีชา สุวรรณพินิจและนางลักษณ์ สุวรรณพินิจ.2546:883

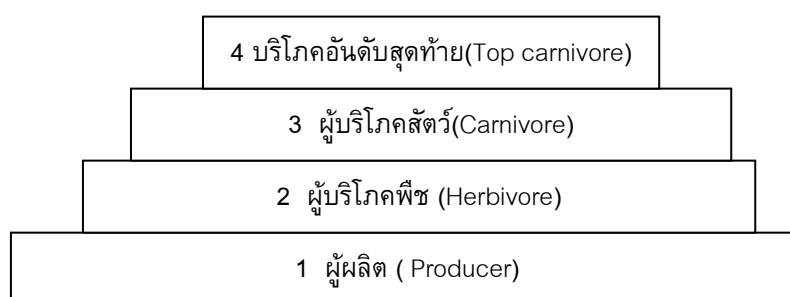
2.6.2 สายใยอาหาร (Food web) หมายถึง ห่วงโซ่อาหารที่ซับซ้อนหลายๆ ชุด ซึ่งต่อเนื่องกัน ทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานในรูปอาหารระหว่างสิ่งมีชีวิตที่มีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน



ภาพประกอบ 3 แสดงสายใยอาหาร

ที่มา : ปรีชา สุวรรณพินิจกับนางลักษณ์ สุวรรณพินิจ.2546:885

2.6.3 พีระมิดอาหาร (Food Pyramid) หมายถึง การถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหาร แต่ละระดับชั้นของอาหารนั้นสามารถนำมาอธิบายในรูปแบบของแผนภาพรูปแท่งซ้อนๆ กัน โดยให้ผู้ผลิตเป็นแท่งอยู่ในระดับต่ำสุด และสิ่งมีชีวิตที่มีลำดับชั้นของอาหารสูงขึ้นตามลำดับชั้น ซึ่งทำให้ได้รูปปิระมิด



ภาพประกอบ 4 แสดงปิระมิดอาหาร

ที่มา : ปรีชา สุวรรณพินิจและนางลักษณ์ สุวรรณพินิจ.2546:886

ตามทฤษฎีการถ่ายทอดพลังงานอาหารในระบบนิเวศประสิทธิภาพในการถ่ายทอดไปได้จะประมาณ 10 % เท่านั้นอีก 90%ที่ไม่ถูกถ่ายทอดไปเนื่องจาก

- อาหารบางส่วนไม่ถูกกินหรือกินไม่ได้
- อาหารบางส่วนกินเข้าไปแล้วแต่ย่อยไม่ได้
- ในการหายใจระดับเซลล์มีการสูญเสียพลังงานความร้อนไปมาก

## 2.7 ความหมายของสิ่งแวดล้อม

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ได้กล่าวถึงสิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งต่างๆที่มีลักษณะทางกายภาพและชีวภาพที่อยู่รอบตัวมนุษย์ ซึ่งเกิดขึ้นโดยธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์ได้สร้างขึ้น

สิ่งแวดล้อม (Environment) หมายถึง สิ่งต่างๆทั้งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นอยู่รอบๆตัวเราซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้มีโอกาสเปลี่ยนแปลงทั้งด้านปริมาณและคุณลักษณะทั้งในระดับชั่วคราวหรือถาวรก็ได้แต่จะอยู่ในภาวะใดก็ตามที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องระหว่างกัน และกับมนุษย์อยู่ตลอดเวลา (เกษม จันทรแก้ว.2542:1)

สรุป สิ่งแวดล้อม คือ ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบๆ ตัวเรา มีทั้งที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น

## 2.8 ประเภทของสิ่งแวดล้อม

การแบ่งกลุ่มสิ่งแวดล้อม (Environment) ตามลักษณะของการดำรงชีวิตแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม (เกษม จันทรแก้ว.2542:48) ดังนี้

2.8.1 สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ (Biological environment) คือ สิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต เช่น พืชและสัตว์ มีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ คือ ในด้านปัจจัยสี่และยังมีบทบาทที่สำคัญในการควบคุมระบบสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นตัวฟื้นฟูความเสื่อมโทรมของระบบสิ่งแวดล้อมอีกด้วย(เกษม จันทรแก้ว. 2545:16)

2.8.2 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ(Physical environment) ได้แก่ สิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตบางครั้งเรียกว่า “สิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต” (Abiotic environment) ได้แก่ ดิน น้ำ แร่ อากาศ ภูมิประเทศ ความชื้น สะท้อน เสียง ความร้อน ฯลฯ (เกษม จันทรแก้ว.2545:16)

## 2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต

ในธรรมชาติจะพบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่เดียวกันในด้านต่างๆ เช่น การเป็นอาหารของกันและกัน เป็นที่อยู่อาศัย การแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ หรือการช่วยดำรงเผ่าพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง โดยมีอิทธิพลจากปัจจัยทางชีวภาพและกายภาพดังนี้

### 2.9.1 ปัจจัยทางชีวภาพที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต

การอยู่ร่วมกันของกลุ่มสิ่งมีชีวิตมีปัจจัยทางชีวภาพเข้ามาเกี่ยวข้องของหลายประการโดยมีรายละเอียดดังนี้(ปรีชา สุวรรณพินิจและนางลักษณ์ สุวรรณพินิจ.2546:30-37)

2.9.1.1 ภาวะที่ต้องพึ่งพา ( Mutualism ใช้สัญลักษณ์ ++ ) หมายถึง ความสัมพันธ์ที่สิ่งมีชีวิตทั้งคู่ต่างได้รับประโยชน์ซึ่งกันและกันและสิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดที่อยู่ร่วมกันนี้แยกออกจากกันไม่ได้ หากแยกกันฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดหรือทั้งสองฝ่ายอาจจะตาย ได้แก่ ไลเคน ( Lichen ) กล้วยกับโปรโตซัวในลำไส้ กล้วย แบคทีเรียกับรากพืชตระกูลถั่ว เป็นต้น



2.9.1.2 ภาวะการได้ประโยชน์ร่วมกัน (Protocooperation ใช้สัญลักษณ์ ++ ) หมายถึง ความสัมพันธ์ที่สิ่งมีชีวิตสองชนิดต่างได้ประโยชน์ร่วมกัน การอยู่ร่วมกันแบบนี้ต่างจากสิ่งมีชีวิตกลุ่มที่แล้ว คือ สิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดนี้แยกกันอยู่ได้ ได้แก่ ดอกไม้กับแมลง มดกับเพลี้ย เพลี้ย นกเอี้ยง ดอกไม้ทะเลกับ ปูเสฉวน เป็นต้น

2.9.1.3 ภาวะอิงอาศัย หรือ ภาวะเกื้อกูล (Commensalism ใช้สัญลักษณ์ +0 ) เป็นการ อยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตสองชนิดที่ชนิดหนึ่งได้ประโยชน์ส่วนอีกชนิดไม่ได้หรือไม่เสียประโยชน์ ได้แก่ พืชพวก กล้วยไม้หรือเถาว์ย้อยอาศัยเกาะต้นไม้ใหญ่ ปลาใหญ่กับปลาเหาฉลามหรือปลาติด เปรียงหินบนกระดองเต่า เป็นต้น

2.9.1.4 ภาวะปรสิต ( Parasitism ใช้สัญลักษณ์ + - ) เป็นการอยู่ร่วมกันในลักษณะ เบียดเบียนกัน ฝ่ายที่เบียดเบียนได้ประโยชน์ เรียกว่าตัวเบียน หรือตัวปรสิต ( Parasite ) ฝ่าย ที่เสียประโยชน์ เรียกว่า ผู้ถูกอาศัย ( Host ) ปรสิตในพืช ได้แก่ กาฝาก ฝอยทอง เป็นต้น

2.9.1.5 การล่าเหยื่อ ( Predation ใช้สัญลักษณ์ + - ) สัตว์สองชนิดมีความสัมพันธ์กัน โดยมีผู้ล่า (Predator) กับ ผู้ถูกล่า หรือเหยื่อ ( Prey ) ลักษณะเด่นของผู้ล่าหรือสัตว์กินเนื้อ ได้แก่ เสือ สิงโตจะมีเล็บและเขี้ยวที่แหลมคม ซ่อนตัวได้เก่งจู่โจมไว ผู้ถูกล่าส่วนใหญ่เป็นสัตว์กินพืช ได้แก่ วัว ควาย แกะ กวาง หมู กระต่าย แม้จะมีอาวุธป้องกันตัวแต่มักใช้ป้องกันตัวจากผู้ล่าไม่ได้

2.9.1.6 ภาวะการแก่งแย่ง ( Competition สัญลักษณ์ - - ) เป็นความสัมพันธ์ที่สิ่งมีชีวิต 2 ชนิด อาจเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน ต่างเสียประโยชน์ทั้งคู่ ได้แก่ เมล็ดพืชที่งอกทุกต้น พยายามชูลำต้นให้สูงเพื่อรับแสงสว่าง ลูกนกแย่งอาหารกันเมื่อแม่นกนำอาหารมาป้อนปลาในบ่อเลี้ยงแย่งอาหารกันเมื่อเจ้าของนำอาหารมาเลี้ยง

2.9.1.7 ภาวะการย่อยสลาย ( Saprophytism ใช้สัญลักษณ์ +0 ) เป็นการดำรงชีวิตของ เห็ด รา แบคทีเรีย ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถเปลี่ยนสารอินทรีย์ ให้เป็นสารอนินทรีย์โดยการปล่อยเอนไซม์ ออกนอกเซลล์ไปย่อยสารอินทรีย์ในซากสิ่งมีชีวิต หลังจากย่อยเสร็จแล้วจึงดูดซึมสารอาหารเข้าเซลล์ ส่วน สารอินทรีย์ที่ได้จากการย่อยสลาย พืชนำไปสร้างเนื้อเยื่อพืชจึงนับว่าสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้ทำหน้าที่เปลี่ยน สารอินทรีย์ให้กลับเป็นสารอนินทรีย์เพื่อเข้าสู่วัฏจักรการถ่ายทอดสารต่อไปสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้เรียกว่า ผู้ย่อย สารอินทรีย์ ( Decomposer )

2.9.1.8 ภาวะการหลั่งสารห้ามการเจริญ ( Antibiosis ใช้สัญลักษณ์ 0 - ) เป็น ความสัมพันธ์ ที่สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง สร้างสารออกมายับยั้งหรือห้ามการเจริญของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง ฝ่ายที่ สร้างสารไม่ได้หรือไม่เสียประโยชน์ใดๆ ตัวอย่างเช่น ราเพนิซิลเลียม ( *Penicillium* ) สร้างสารออกมายับยั้ง การเจริญของแบคทีเรีย สารที่ราหลั่งออกมาเรียกว่าสารปฏิชีวนะ ( Antibiotics ) ส่วนราเองยังมีชีวิตอยู่เป็น ปกติ

2.9.1.9 ภาวะกระทบกระเทือน ( Amensalism ใช้สัญลักษณ์ 0 - ) กรณีนี้คล้ายกับ ภาวะการหลั่งสารห้ามการเจริญคือมีฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์อีกฝ่ายไม่ได้หรือไม่เสียประโยชน์ แต่ไม่มีการหลั่ง สารใดๆ ออกมา ตัวอย่างเช่น ต้นไม้ใหญ่จะมีร่มเงาทำให้ต้นไม้เล็กที่อยู่ใกล้ๆ ได้รับแสง ไม่เพียงพอทำให้ตาย ได้

2.9.1.10 ภาวะที่เป็นกลาง ( Neutralism ใช้สัญลักษณ์ 00 ) หมายถึง สิ่งมีชีวิตสองชนิดที่อยู่ในบริเวณเดียวกันแต่ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย เช่น ในบ่อน้ำที่ผิวหน้าน้ำมีจิงโจ้น้ำ และกลาง บ่อน้ำมีต้นบัว มีหอยคันตัวเล็ก ๆ อยู่ด้วย จิงโจ้น้ำไม่มีความสัมพันธ์กับทั้งบัวและหอยคัน

เนื่องจากการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตสองชนิด ส่วนใหญ่เป็นความสัมพันธ์แบบที่ได้ประโยชน์หรือเสียประโยชน์ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์บางท่านจึงจัดการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตสองชนิด ออกเป็นสองประเภท คือ ถ้าอยู่ร่วมกันโดยไม่มีฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดเสียประโยชน์เรียกว่าการอยู่ร่วมกันแบบนี้ว่า ซิมไบโอซิส ( Symbiosis )

## 2.9.2 ปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต

สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (Physical environment) หมายถึง สิ่งไม่มีชีวิตที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต เช่น แสงสว่าง อุณหภูมิ ความชื้นหรือน้ำ ดิน สภาพของสิ่งแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีความสำคัญไม่เท่ากัน บางชนิดอาจจะสำคัญกว่าชนิดอื่น ถ้าชนิดใดจำเป็นมากขาดเสียไม่ได้ถือว่าเป็นปัจจัยจำกัด (Limiting factor) ของสิ่งมีชีวิตนั้น

ปัจจัยเดียวกันในที่แห่งหนึ่งอาจเป็นปัจจัยจำกัดของสิ่งมีชีวิต แต่ปัจจัยอันเดียวกันนี้อีกแหล่งหนึ่งอาจไม่ใช่ปัจจัยจำกัด เช่น ออกซิเจนในบ่อน้ำที่เริ่มเน่าเป็นปัจจัยจำกัดของสิ่งมีชีวิตในบ่อนั้น แต่ในขณะเดียวกันออกซิเจนในลำธารน้ำตกกลับไม่เป็นปัจจัยจำกัดของสิ่งมีชีวิตในลำธารนั้นเลย เนื่องด้วยมีปริมาณออกซิเจนเหลือเฟือ (ปรีชา สุวรรณพินิจและนางลักษณ์ สุวรรณพินิจ.2546:863-873)

1. อากาศก๊าซที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตดังนี้

1.1 พืชใช้ก๊าซออกซิเจนในกระบวนการหายใจ เพื่อให้ได้พลังงานก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำ

1.2 พืชใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อให้ได้น้ำตาลกลูโคส แล้วเปลี่ยนเป็นแป้งนอกจากนี้ยังได้ก๊าซออกซิเจนและไอน้ำ

## 2. อุณหภูมิ (Temperature)

2.1 ถ้าอุณหภูมิสูงปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะน้อยซึ่งมีผลทำให้น้ำเสียและนอกจากนั้นยังเป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีวิต

2.2 สัตว์และพืชแต่ละชนิดย่อมมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมเฉพาะตัวเอง เนื่องจากอุณหภูมิสามารถทำให้สภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลงได้ เช่น มีผลทำให้พืชเจริญออกดอกออกผล (เกษม จันทรแก้ว. 2542:92) นอกจากนี้อุณหภูมิทำให้สิ่งมีชีวิตต้องปรับตัว เพื่อทนต่ออุณหภูมิหรือให้อยู่รอด มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา คือ การจำศีลทั้งในฤดูหนาวหรือในฤดูร้อน ทำให้เกิดการอพยพเพื่อหนีหนาว เช่น นกนางแอ่นจากจีนมาไทย นกปากห่างที่วัดไผ่ล้อมมาจากอินเดีย พม่า บังคลาเทศ (ปรีชา สุวรรณพินิจและนางลักษณ์ สุวรรณพินิจ.2546:873)

3. แสงสว่าง (Light) เป็นปัจจัยในการดำรงชีวิตทั้งพืชและสัตว์ พืชที่มีสีเขียวจะใช้แสงในกระบวนการสังเคราะห์และพฤติกรรมการเบนเข้าหาแสงของพืชและพฤติกรรมของสัตว์ เช่น ลูกกุ้งวัยอ่อนมักจะเข้าหาแสง นกเค้าแมวจะหลบซ่อนในเวลากลางวันแล้วออกมาหากินเวลากลางคืน (เกษม จันทรแก้ว. 2542:92)

4. ดิน (Soil) เป็นแหล่งอาหารและให้การคำจุลของพืช ดินมีความสัมพันธ์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ในด้านปัจจัย 4 ของมนุษย์ คือ อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค ( เกษม จันทรแก้ว.2542:92)

5. น้ำ (Water) น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีวิตของทั้งพืชและสัตว์ เช่น ใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคในชีวิตประจำวัน การผลิตภาคเกษตรกรรม การผลิตภาคอุตสาหกรรม การผลิตพลังงานไฟฟ้า ( เกษม จันทรแก้ว.2542:92)

## 2.10 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

การอนุรักษ์ (Conservation) หมายถึง การใช้ทรัพยากรให้เป็นประโยชน์ต่อมหาชนมากที่สุดและเป็นเวลานานที่สุด โดยสูญเสียทรัพยากรโดยเปล่าประโยชน์น้อยที่สุด (ปรีชา สุวรรณพินิจ และนางลักษณ์ สุวรรณพินิจ.2546:948)

เกษม จันทรแก้ว (2545:87) ได้กล่าวถึงวิธีการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมไว้ทั้งหมด 8 วิธีดังนี้

2.10.1 การใช้แบบยั่งยืน หมายถึง การมีใช้ตลอดเวลาที่มนุษย์ต้องการ ในทางการจัดการสิ่งแวดล้อมแล้ว การสร้างศักยภาพของสิ่งแวดล้อมให้สามารถมีใช้ได้ เช่น การกำหนดชนิด ปริมาณ สัดส่วน และการกระจาย การใช้ก็สามารถนำไปสู่ความสำเร็จได้ การใช้แบบยั่งยืนควรคำนึงถึงการสร้างศักยภาพของสิ่งแวดล้อม และการควบคุมกิจกรรมมนุษย์ด้วย หมายถึง การควบคุมหลักการและวิธีการปฏิบัติในการใช้ การนำเครื่องมือและอุปกรณ์มาใช้รวมถึงการควบคุมเวลา

2.10.2 การเก็บกัก หมายถึง เก็บทรัพยากรหรือสิ่งแวดล้อมที่มีเหลือใช้ (Surplus) เอาไว้ใช้ในคราวจำเป็นหรือเมื่อมีภาวะขาดแคลน เช่น การเก็บน้ำในอ่างเก็บน้ำ การถนอมอาหาร การสร้างสวนพันธุ์ไม้ การเก็บเมล็ดพันธุ์ เป็นต้น

2.10.3 การรักษา ซ่อมแซม สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรต่างๆ มักมีปรากฏเสมอว่าสึกหรอเปลี่ยนแปลงหรือสูญหายไป จำเป็นต้องมีการรักษาหรือซ่อมแซม เพื่อให้สิ่งแวดล้อมนั้นอยู่ในสภาวะปกติ ทั้งโครงสร้างและการทำงาน หน้าที่ ของตนเองและระบบ

2.10.4 การฟื้นฟู (Rehabilitation) หมายถึง ทำให้สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมแล้ว ให้แปรสภาพเป็นปกติทั้งโครงสร้างและบทบาทซึ่งการดำเนินการนั้นอาจจะให้ธรรมชาติช่วยธรรมชาติ (การให้ฟื้นฟูด้วยตนเองหรือการใช้เทคโนโลยีช่วยให้เกิดการฟื้นฟู เช่น ป่าไม้เสื่อมโทรม อาจทิ้งไว้ให้ฟื้นตัว แหล่งน้ำเสื่อมโทรมอาจขุดลอกตะกอนหรือใช้เทคโนโลยีระบบบำบัดน้ำเสียช่วย)

2.10.5 การพัฒนา (Development) เป็นการดำเนินการที่อาศัยภาวะปกติเป็นฐาน แล้วใช้เทคโนโลยีช่วยให้เกิดการทำงานของสิ่งแวดล้อมหรือของทั้งระบบดีกว่าเดิม

2.10.6 การป้องกันภัยอันตรายที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและบทบาทของโครงสร้างทั้งระบบ การป้องกันนี้ต้องทำทั้งสองลักษณะ คือ ป้องกันก่อนมีการทำลาย (Prevention) จำเป็นต้องดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพและการป้องกันภัยที่เกิดซ้ำซาก (Protection) ก็ต้องหาทางยุติทั้งสองลักษณะ การป้องกันต้องอาศัยเทคโนโลยีที่เหมาะสมทั้งสิ้น

2.10.7 การสงวน (Preservation) เป็นสิ่งที่กระทำแน่ชัดว่ามีการสูญเสียแบบสมบูรณ์ของสิ่งแวดล้อม การสงวนจะเน้น “ประเภท” ของสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก แต่ไม่ได้เน้น “พื้นที่” เป็นสำคัญ บางกรณีอาจสงวนทั้งประเภทและพื้นที่ก็ได้ เช่น สัตว์ป่าสงวน การสงวนโบราณวัตถุ การสงวนพันธุ์ไม้ เป็นต้น

2.10.8 การแบ่งเขต (Zoning) เป็นการกำหนดพื้นที่ที่สงวนเอาไว้เพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะ เช่น ป่าสงวน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เขตอุทยานแห่งชาติ เขตวนอุทยาน เขตปลอดฝุ่น เป็นต้น

วิธีการทางอนุรักษ์ทั้ง 8 วิธีนี้ อาจใช้เพียงหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งหรือทุกๆ ตัวในการนำไปสู่การวางแผนการจัดการจัดการสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัญหาและเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมที่จะเข้าไปจัดการซึ่งนำไปสู่การจัดการสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม เป็นหลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยนำไปใช้เป็นขอบเขตในการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ 2 ชุด ได้แก่ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ 3 เรื่อง ได้แก่ 1) ระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน 2) สิ่งมีชีวิตในน้ำ 3) ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ และชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง สิ่งแวดล้อม 4 เรื่อง ได้แก่ 1) สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพในบริเวณโรงเรียน 2) ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต 3) ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต 4) การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน

### 3. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

#### 3.1 ความหมายของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์หรือชุดการเรียนรู้ (Learning Package) เป็นสื่อการสอนที่เปลี่ยนมาจากคำเดิมว่า ชุดการสอน (Instructional Package) ซึ่งเป็นสื่อการสอนที่ใช้กันมาดั้งเดิม การใช้คำว่าชุดการสอนทำให้เกิดความคิดว่า เป็นสื่อการเรียนที่จัดไว้ให้ครูเป็นผู้ใช้ นักการศึกษาจึงเปลี่ยนมาใช้คำว่า ชุดกิจกรรมหรือชุดการเรียนรู้แทน เพื่อย้ำถึงแนวการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้สื่อต่าง ๆ ในชุดกิจกรรมหรือชุดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม เพื่อให้สอดคล้องกับการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ร่วมทำกิจกรรมดังนั้นในการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับช่วงชั้นที่ 3 ผู้วิจัยใช้คำว่าชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

วาสนา ชาวหา (2525 :139) ได้กล่าวถึงชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคลว่าเป็นชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่จัดโปรแกรมสำหรับผู้เรียน เรียนด้วยตนเองตามความสามารถและความสนใจของแต่ละบุคคล เพื่อส่งเสริมความสามารถของแต่ละบุคคลให้พัฒนาการเรียนรู้ของตนไปให้ถึงขีดสุดความสามารถ โดยไม่ต้องเสียเวลารอคอยผู้อื่น

สมชัย อุ่นอนันต์ (2539 : 24) กล่าวถึง ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เป็นการรวบรวมสื่อการเรียนสำเร็จรูปซึ่งส่วนมากจะเป็นการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถและความสนใจ ที่เป็นขั้นตอนตามที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรมนั้นๆ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของตนให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

ประพุดิ ศิลพิพัฒน์ (2540 : 30) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เป็นสื่อที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง มีการจัดสื่อไว้อย่างเป็นระบบช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจเรียนตลอดเวลา ทำให้เกิดทักษะในการแสวงหาความรู้

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543 : 234) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เป็นสื่อการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ทดลอง หรือปฏิบัติด้วยตนเอง

ชลลิต์ จันทาสี (2543 : 10-11) กล่าวถึง ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เป็นการรวบรวมสื่อการเรียนรู้สำเร็จรูปซึ่งส่วนมากจะประกอบด้วยคำชี้แจง ชื่อเรื่อง จุดมุ่งหมาย กิจกรรม และการประเมินผล นักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองตามความสามารถและความสนใจ ที่เป็นขั้นตอนตามที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรมนั้นๆ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของตนให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

ธิดารัตน์ ใบสูงเนิน (2543 : 24) กล่าวถึง ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ คือ การนำสื่อการเรียนรู้หลายอย่างมาประกอบกันในรูปแบบของสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ โดยสื่อการสอนแต่ละชนิดจะส่งเสริมซึ่งกันและสื่อการสอนอย่างหนึ่งใช้เพื่อสร้างความสนใจในเนื้อหาที่กำลังจะเรียน เช่น รูปภาพ เกม บัตรคำทาย เพลงและนิทาน เป็นต้น สื่ออีกอย่างหนึ่งใช้เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งเพื่อป้องกันการเข้าใจความหมายผิด เช่น รูปภาพ หนังสือภาพ ของจริง ของตัวอย่าง การ์ตูน แถบบันทึกเสียง การศึกษานอกสถานที่ เป็นต้น ซึ่งสื่อต่างๆ เหล่านี้ช่วยสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียน เพื่อจะสื่อความหมายให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรม ตามเป้าหมายของการเรียนการสอน จะสอดคล้องกับขอบข่าย เนื้อหาความรู้ตามหลักสูตร ประกอบด้วยคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมซึ่งจะระบุจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน รายละเอียดที่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา ลำดับขั้นของกิจกรรมการเรียนการสอน รายชื่อสื่อการสอน แบบทดสอบ บัตรงาน และสื่ออุปกรณ์ต่างๆ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์จึงมีความเหมาะสม และสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

บุญเกื้อ คอรวาเวช (2545 : 91) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เป็นนวัตกรรมการศึกษาเป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม (Multi - media) ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อเนื้อหา และประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการจะให้ผู้เรียนได้รับ โดยจัดเอาไว้เป็นชุด ๆ บรรจุอยู่ในซอง กล่อง หรือกระเป๋า ก็แล้วแต่ผู้สร้างจะทำขึ้น

จากความหมายของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาหลายท่านสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ คือ การนำสื่อการเรียนการสอนหลากหลายมารวมไว้เป็นชุด จัดสื่อไว้เป็นระบบเพื่อประกอบในการเรียนและสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามเป้าหมายที่กำหนด ซึ่งนักเรียนสามารถเลือกเรียนในเรื่องที่ตนเองสนใจ และได้ศึกษาค้นคว้า ทดลองและลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริงโดยไม่ต้องเสียเวลารอคอยเพื่อนคนอื่น เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง เป็นการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล

### 3.2 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาองค์ประกอบของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์จากเอกสารต่างๆ มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงองค์ประกอบของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

สุกิต ศรีพรหม (2541 : 69) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยองค์ประกอบ 7 อย่าง คือ

3.2.1 เนื้อหาหรือมโนทัศน์ที่ต้องการให้ผู้เรียนศึกษา (Concept focus) ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เน้นให้ผู้เรียนศึกษาเพียงมโนทัศน์หลักเรื่องเดียว

3.2.2 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behaviorally stated objective) เป็นสิ่งสำคัญที่สุดที่จะทำให้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์นั้นประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวเป็นข้อความที่ระบุถึงพฤติกรรมที่คาดว่าจะให้เกิดขึ้นหลังจากการเรียนรู้ ควรระบุชัดเจนให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งเพราะวัตถุประสงค์นี้เป็นแนวทางในการทำกิจกรรมเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์

3.2.3 มีกิจกรรมให้เลือกหลาย ๆ อย่าง (Multipleactive methodologies) คือ รายละเอียดของกิจกรรมที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติ เช่น ทำงานกลุ่มทำการทดลองหรือใช้สื่อการเรียนชนิดต่าง ๆ การที่มีกิจกรรมให้นักเรียนเลือกปฏิบัติหลาย ๆ ทางมาจากความเชื่อที่ว่าไม่มีวิธีใดวิธีหนึ่งจะเหมาะที่สุดกับนักเรียนทุกคน

3.2.4 วัสดุประกอบการเรียน (Diversified Learning Resources) จากกิจกรรมให้เลือกหลายทางนั้นจำเป็นต้องมีวัสดุประกอบการเรียนหลาย ๆ อย่าง เช่น แผนภูมิภาพ หุ่นจำลอง เทปบันทึกเสียง เป็นต้น วัสดุหรือสื่อการเรียนเป็นแหล่งที่จะช่วยให้นักเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์และเกิดการเรียนรู้ใน มโนทัศน์ที่กำหนดให้

3.2.5 แบบทดสอบ (Evaluation Instrument) ในการประเมินผลดูว่านักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้จากการสอนมากน้อยเพียงใด แบบทดสอบที่ใช้อาจใช้ใน 3 ลักษณะ

- แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre - test)
- แบบทดสอบตนเอง (Self - test)
- แบบทดสอบหลังเรียน (Post - test)

3.2.6 กิจกรรมสำรวจหรือกิจกรรมเพิ่มเติม (Breadth and depth activities) หลังจากที่นักเรียนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางเรียนแล้วอาจทำกิจกรรมที่เสนอแนะเพิ่มเติมตามความสนใจ

3.2.7 คำชี้แจงวิธีใช้ชุดกิจกรรม (Instruction) เนื่องจากชุดกิจกรรมที่ผลิตขึ้นเพื่อให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง คำชี้แจงวิธีใช้ชุดกิจกรรมทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจและเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

วรรณทิพา รอดแรงคำและพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2542:1-2) ได้กล่าวถึงชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบดังนี้

1. ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่บอกให้ทราบถึงลักษณะที่ต้องการฝึก
2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายความมุ่งหมายและความสำคัญของกิจกรรม
3. จุดมุ่งหมาย เป็นส่วนที่ระบุจุดมุ่งหมายที่สำคัญของกิจกรรมนั้นๆ

1.1 จุดมุ่งหมายทั่วไป เป็นส่วนที่บอกจุดมุ่งหมายปลายทาง หรือพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นตามกิจกรรมนั้น

3.2 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เป็นส่วนที่ชี้บ่งให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมที่กำหนดโดยสังเกตและวัดได้ และเป็นไปตามเกณฑ์ที่คาดหวัง

1. แนวคิด เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาหรือมโนคติของกิจกรรมนั้น
2. สื่อ เป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรม
3. เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุจำนวนโดยประมาณว่ากิจกรรมนั้นควรใช้เวลาเพียงใด
4. ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมเป็นส่วนที่ระบุวิธีการจัดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ วิธีจัดกิจกรรมนี้ได้จัดไว้เป็นขั้นตอน

1.1 จุดมุ่งหมายทั่วไป เป็นส่วนที่บอกจุดมุ่งหมายปลายทาง หรือพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นตามกิจกรรมนั้น

7.1 ขั้นนำ เป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนก่อนเริ่มทำกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ

7.2 ขั้นกิจกรรมเป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมได้ฝึกปฏิบัติการทดลอง

7.3 ขั้นอภิปราย เป็นส่วนที่ผู้เรียนจะได้มีโอกาสนำเสนอประสบการณ์ที่ได้รับจากขั้นกิจกรรมมาวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนและแม่นยำ

7.4 ขั้นสรุป เป็นส่วนที่ผู้สอนและผู้เรียนประมวลข้อความรู้ที่ได้จากขั้นกิจกรรม และขั้นอภิปราย แล้วนำมาสรุปหาสาระและใจความสำคัญ

1. การประเมินผล เป็นการทดสอบผู้เรียนหลังจากจบบทเรียนของแต่ละกิจกรรม
2. ภาคผนวก เป็นส่วนที่ให้ความรู้กับครูผู้สอน

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543 : 243) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. คำชี้แจง หรือคู่มือการใช้ชุด ซึ่งระบุถึง
  - ชื่อชุด
  - จุดมุ่งหมาย
  - วิธีใช้
  - ผลที่คาดว่าจะได้รับ
2. สารความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในกิจกรรม ได้แก่ ใบความรู้ หรือวีดิทัศน์ หรือ CD – ROM เป็นต้น
3. กิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ ได้แก่ บัตรกิจกรรมและใบงาน
4. สื่อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม พร้อมคำแนะนำในการใช้
5. แบบบันทึกผลการปฏิบัติและการประเมินผล

บุญเกื้อ คอราเวช (2545 : 65-97) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญ ๆ ภายในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สามารถจำแนกออกเป็น 4 ส่วนด้วยกัน คือ

1. คู่มือครู เป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับผู้สอนหรือผู้เรียนตามแต่ชนิดของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ภายในคู่มือจะชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เอาไว้อย่างละเอียด อาจจะทำเป็นเล่มหรือแผ่นพับก็ได้
2. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ จะเป็นส่วนที่บอกให้ผู้เรียนดำเนินการเรียนหรือประกอบกิจกรรมแต่ละอย่าง ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ บัตรคำสั่งจะมีอยู่ในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบกลุ่มและรายบุคคล ซึ่งจะประกอบด้วย

- 2.1 คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา
- 2.2 คำสั่งให้ผู้เรียนดำเนินการกิจกรรม
- 2.3 การสรุปบทเรียน

บัตรคำสั่งนี้ มักนิยมให้กระดาษแข็งตัดเป็นบัตร ขนาด 6 คูณ 8 นิ้ว

3. เนื้อหาสาระและสื่อ จะบรรจุไว้ในรูปของสื่อการสอนต่าง ๆ อาจจะประกอบด้วย บทเรียนโปรแกรม สไลด์ เทปบันทึกเสียง फिल्मสตริป แผ่นภาพโปร่งใส วัสดุกราฟิกส์ หุ่นจำลอง ของตัวอย่างรูปภาพ เป็นต้น ผู้เรียนจะศึกษาจากสื่อการสอนต่าง ๆ ที่บรรจุอยู่ในชุดกิจกรรม ตามบัตรคำสั่งที่กำหนดไว้ให้

4. แบบประเมินผล ผู้เรียนจะทำการประเมินผลความรู้ด้วยตนเองก่อนและหลังเรียนแบบประเมินผลที่อยู่ในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์จะเป็นแบบฝึกหัดให้เติมคำในช่องว่างเลือกคำตอบที่ถูก จับคู่ ดูผลจากการทดลอง หรือให้ทำกิจกรรม เป็นต้น

ส่วนประกอบข้างต้นนี้จะบรรจุในกล่องหรือซอง จัดเอาไว้เป็นหมวดหมู่ เพื่อสะดวกแก่การใช้ นิยมแยกออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. กล้อง
2. สื่อการสอนและบัตรบอกชนิดของสื่อการสอนเรียงตามการใช้
3. บันทึกการสอน ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้
  - 1.1 รายละเอียดเกี่ยวกับวิชาและหน่วยการสอน
  - 1.2 รายละเอียดเกี่ยวกับผู้เรียน
  - 1.3 เวลา จำนวนชั่วโมง
  - 1.4 วัตถุประสงค์ทั่วไป
  - 1.5 วัตถุประสงค์เฉพาะ
  - 1.6 เนื้อหาวิชาและประสบการณ์
  - 1.7 กิจกรรมและสื่อการสอนประกอบวิธีสอน
  - 1.8 การประเมินผล วัดผล การทดสอบก่อนและหลังเรียน
4. อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับองค์ประกอบของชุดกิจกรรม ผู้วิจัยได้ใช้เป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้แบ่งองค์ประกอบเป็น 2 ส่วน คือ

- 1) ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ชื่อกิจกรรม คำชี้แจง จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ เนื้อหา อุปกรณ์ กิจกรรม และแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม
- 2) คู่มือครูประกอบการสอนชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ชื่อกิจกรรม คำชี้แจง จุดประสงค์การเรียนรู้ แนวคิดหลัก เวลาที่ใช้ สื่ออุปกรณ์ การดำเนินกิจกรรม คำเฉลย แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรมและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

### 3.3 ขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมไว้แตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

วาสนา ชาวหา(2525:132-137) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรม โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้ววางแผนทางวิชาการ ซึ่งประกอบด้วย
  - 1.1 กำหนดเนื้อเรื่อง ขอบข่ายของเรื่องและระดับชั้น เพื่อจะได้ดำเนินเรื่องให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนและถูกต้อง
  - 1.2 การวางจุดมุ่งหมาย เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนบทเรียน ให้เป็นไปตามจุดหมายที่วางไว้ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด
    - 1.2.1 จุดมุ่งหมายทั่วไป เป็นจุดมุ่งหมายกว้างๆ ของวิชานั้น
    - 1.2.2 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะจะทำให้ดำเนินเรื่องได้ตามความมุ่งหมาย เพราะจุดมุ่งหมายชนิดนี้กระจำงที่สุด ซึ่งทุกคนสามารถเข้าใจตรงกันและผู้วัดสามารถวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้
  - 1.3 การวิเคราะห์เนื้อหา เป็นการแตกเนื้อหาให้ละเอียดและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก โดยระมัดระวังการข้ามขั้นตอนที่ควรกล่าวถึง และความสับสนในการเรียงลำดับเนื้อหาสิ่งใดควรกล่าวก่อนสิ่งใดควรกล่าวทีหลัง การกระทำขั้นนี้เรียกว่า “การวิเคราะห์ภาระกิจ” ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะจะทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ตลอดบทเรียน



1.4 การสร้างแบบทดสอบ เพื่อนำไปใช้สอบก่อนเรียนและหลังจากได้เรียนบทเรียนแล้ว ซึ่งจะเป็นเครื่องชี้ว่าบทเรียนนี้ใช้ได้หรือไม่ ข้อสอบที่ใช้ก่อนและหลังบทเรียนสำเร็จรูปนี้ควรจะเป็นฉบับเดียวกัน หรือถ้าเป็นคนละฉบับก็ควรจะเป็นแบบทดสอบที่วัดในเนื้อหาเดิมและตรงตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเพียงแต่ว่าข้อความหรือวิธีการพลิกแพลงแตกต่างกันออกไป

## 2. ขั้นตอนการทดลอง ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การทดลองเป็นรายบุคคลและแก้ไข ควรเลือกนักเรียนในการทดลองระดับที่อ่อนกว่า ปานกลางเล็กน้อย โดยการทดสอบเสียก่อน จากนั้นให้นักเรียนเรียนบทเรียน ในขณะเดียวกันผู้สร้างบทเรียนต้องคอยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนและจดบันทึกไว้ เพื่อที่จะนำไปปรับปรุงบทเรียนให้ใช้ได้ตามเหมาะสมต่อไป เมื่อนักเรียนเรียนจบแล้วให้ทำแบบทดสอบ อีกครั้งหนึ่ง

ระยะที่ 2 การทดลองเป็นกลุ่มและปรับปรุงแก้ไข นักเรียนที่จะนำมาทดลองในระยะนี้ควรจะเป็นนักเรียนปานกลาง 5-8 คน ก่อนจะทำการทดลอง ควรจะได้สร้างความเข้าใจแก่นักเรียนเสียก่อนเพื่อให้ นักเรียนเข้าใจว่าตนเป็นที่ปรึกษาและให้ความช่วยเหลือในการแก้ไขปรับปรุงบทเรียนให้ดีขึ้น จากนั้นก็ ดำเนินการเหมือนกับการทดลองในระยะที่ 1

ระยะที่ 3 การทดลองภาคสนามหรือทดลองกับห้องหรือเรียนจริง และปรับปรุงแก้ไข ดำเนินการเหมือนระยะแรกๆเพื่อนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขสามารถนำไปใช้ได้เหมาะสม

**3.4 ขั้นที่ใช้ผลิต** เป็นขั้นที่นำบทเรียนที่ผ่านการทดลองทั้ง 3 ครั้ง ไปใช้กับนักเรียนที่อยู่ในสภาพชั้นเรียนทั่วไป ซึ่งผู้สร้างจะต้องติดตามผลการใช้บทเรียนอยู่เสมอ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (บุญเกื้อ ควรหาเวช.2545:97-109 ; อ้างอิงจาก ชัยยงค์ พรหมวงศ์.2523) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจจะกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการ ตามความเหมาะสม
2. กำหนดหน่วยการสอน แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอนโดยประมาณเนื้อหาวิชาที่จะให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง
3. กำหนดหัวข้อเรื่อง ผู้สอนจะต้องถามตนเองว่าในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์ออกมาเป็น 4 – 6 หัวเรื่อง
4. กำหนดความคิดรวบยอดและหลักการ จะต้องให้สอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปรวมแนวคิด สาร และหลักเกณฑ์สำคัญไว้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาที่สอนให้สอดคล้องกัน
5. กำหนดวัตถุประสงค์ ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง เป็นจุดประสงค์ทั่วไปก่อนแล้วเปลี่ยนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเงื่อนไขและเกณฑ์พฤติกรรมไว้ทุกครั้ง
6. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะเป็นแนวทางในการเลือกและการผลิตสื่อการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่าน บัตรคำสั่ง ตอบคำถาม เขียนภาพทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เล่นเกมส์ ฯลฯ
7. กำหนดแบบประเมินผล ต้องออกแบบการประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้การสอบแบบอิงเกณฑ์ (การวัดผลที่ยึดเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ โดยไม่มีการนำไปเปรียบเทียบกับคนอื่น) เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้วผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

8. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์และวิธีการที่ครูใช้ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้วก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ ก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพ เรียกว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

9. หาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการประกันว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้นล่วงหน้า โดยยึดถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นการช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล

10. การใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้แล้ว สามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และระดับการศึกษา โดยกำหนดขั้นตอนการใช้ ดังนี้

10.1 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อพิจารณาพื้นความรู้เดิมของผู้เรียน (ใช้เวลาประมาณ 10-15)

10.2 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

10.3 ขั้นประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ (ขั้นสอน) ผู้สอนบรรยายหรือแบ่งกลุ่มประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

10.4 ขั้นสรุปผลการสอน เพื่อสรุปความคิดรวบยอดและหลักการที่สำคัญ

10.5 ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อดูพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไปแล้ว  
สรุปขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีดังนี้

1. ชื่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
2. กำหนดความคิดรวบยอดและหลักการ
3. กำหนดวัตถุประสงค์
4. กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน
5. กำหนดแบบประเมินผล
6. เลือกและผลิตสื่อการสอน
7. หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
8. นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์โดยยึดขั้นตอนการสร้างของ วาสนา ขาวหา (2525:132-137) ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ( 2523 ;อ้างอิงจาก บุญเกื้อ ควรหาเวช.2545 : 97-109 ) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

### 3.5 ประโยชน์ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ประโยชน์ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีรายละเอียดดังนี้ (สมชัย อุ่นอนันต์.2539:34)

1. ส่งเสริมการเรียนรู้แบบรายบุคคล ผู้เรียนเรียนได้ตามความสามารถ ความสนใจ ตามเวลาและโอกาสที่เหมาะสมของแต่ละคน
2. ช่วยจัดปัญหาการขาดแคลนครู เพราะ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้ด้วยตนเองหรือต้องการความช่วยเหลือจากผู้สอนเพียงเล็กน้อย
3. ช่วยในการศึกษานอกระบบโรงเรียน เพราะผู้เรียนสามารถนำเอาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไปใช้ได้ทุกสถานที่และทุกเวลา

4. ช่วยลดภาระและช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้แก่ครูเพราะชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สร้างไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถนำไปใช้ได้ทันที
5. เป็นประโยชน์ในการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้
6. ช่วยให้ครูวัดผลผู้เรียนได้ตรงตามความมุ่งหมาย
7. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม
8. ช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ
9. ช่วยฝึกให้ผู้เรียนรู้จักเคารพ นับถือ ความคิดเห็นของผู้อื่น

สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สามารถสนองความแตกต่างของบุคคล ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถตามความต้องการของตน ส่งเสริมความรับผิดชอบและช่วยลดภาระครู เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายมีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าด้วยตนเอง มีการเรียนรู้อย่างอิสระ ทำให้มีโอกาสนในการฝึกทักษะด้านต่างๆ ได้ด้วย นอกจากนี้ยังช่วยยกระดับจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อมแก่ผู้เรียนในระดับที่ดีขึ้นต่อไป

จากเอกสารดังกล่าวข้างต้นที่เกี่ยวกับขั้นตอนและหลักในการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ลักษณะที่ดีและประโยชน์ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ได้เป็นแนวทางแก่ผู้วิจัยในการชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม โดยปรับปรุง ขั้นตอนและหลักในการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เหมาะสมกับความสามารถและพื้นฐานการเรียนรู้ของผู้เรียนระดับช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย ชื่อกิจกรรม คำชี้แจง จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ เนื้อหา อุปกรณ์ กิจกรรม และแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม โดยเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ เกิดการเรียนรู้และปฏิบัติจริงเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อมในทางที่ดีขึ้นเมื่อไม่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

### 3.6 งานวิจัยเกี่ยวกับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

#### งานวิจัยในประเทศ

แมน เชื้อบางแก้ว (2532 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสร้างชุดกิจกรรมการประดิษฐ์อุปกรณ์จากวัสดุเหลือใช้ประเภทแก้วเพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีผลการประเมินรายกิจกรรมและรวมทุกกิจกรรมผ่านเกณฑ์ที่กำหนดและสามารถใช้ชุดกิจกรรมนี้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนได้

สมชัย อุณอนันต์ (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในห้องเรียนที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า

1. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในห้องเรียนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ความสนใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในห้องเรียนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ประพฤติ ศิลพิพัฒน์ (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ในค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการประดิษฐ์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดคล่องทาง วิทยาศาสตร์และด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

จิรพรรณ ทะเขียว (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบทักษะภาคปฏิบัติทาง วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ ชุดกิจกรรมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ทักษะภาคปฏิบัติทาง วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมกับการสอนตามคู่มือครูหลัง เรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริพร ทิพย์สิงห์ (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนการสอนเรื่อง “ชีวิตกับ สิ่งแวดล้อม” โดยใช้ประโยชน์จากแหล่งประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ บริเวณชุมชนวัดประดิษฐาราม กรุงเทพมหานคร พบว่า ชุดการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดี นักเรียนมีพฤติกรรมการ ทำงานกลุ่มและมีผลการเรียนรู้รายบุคคลอยู่ในระดับดี

เพชรรัตดา เทพพิทักษ์ (2545 : 88) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง เทคโนโลยีที่ เหมาะสมเพื่อการคิดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ชุด กิจกรรมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

พูลทรัพย์ โพธิ์สุ (2546 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชและ สัตว์ ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และ นักเรียนที่เรียนโดยชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้อยู่ในระดับดี และมีผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

อภิญา เคนบุปผา (2546 : 83) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร ผลการศึกษาพบว่า ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ใน ระดับดีมากเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

### งานวิจัยต่างประเทศ

วิลสัน (Wilson.1989 : 416) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมของครู เพื่อแก้ปัญหาใน การเรียนของเด็กเรียนช้าด้านคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก การลบ ผลการวิจัยพบว่า ครูผู้สอนยอมรับว่าการ ใช้ชุดกิจกรรมมีผลดีมากกว่าการสอนตามปกติ อันเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยให้ครูสามารถแก้ปัญหาการสอนที่อยู่ใน หลักสูตรคณิตศาสตร์สำหรับเด็กเรียนช้า

ฟอร์ด (Ford. 1976 : 6598-A ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อเด็ก ที่มีระดับสติปัญญาต่ำกว่าปกติ เรียนช้าโดยใช้วิธี New Direction in Creativity (NDC) ประกอบด้วยกิจกรรม ต่างๆ ที่กำหนดไว้อย่างมีระบบที่มีต่อเด็กที่มีระดับสติปัญญาต่ำกว่าปกติเรียนช้า โดยทำการวิจัยกับนักเรียน ที่อยู่ในชั้นเรียน สำหรับการศึกษาพิเศษในรัฐ Connecticut ในระดับเกรด 6 ถึงเกรด 10 จำนวน 30 ห้องเรียน แบ่งกลุ่มทดลอง 18 ห้อง กลุ่มควบคุม 12 ห้อง โดยนักเรียนในแต่ละชั้นมีช่วง I.Q. ระหว่าง 50-80 โดยการ

สอนกิจกรรมที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ให้กลุ่มทดลองสัปดาห์ละ 2 กิจกรรม เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ผ่านประสบการณ์จากชุดกิจกรรมดังกล่าวได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงและมีคุณลักษณะในทางสร้างสรรค์ดีกว่ากลุ่มควบคุม

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนโดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั้งจากในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนปกติ และนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

#### 4. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ด้านความรู้

##### 4.1 ความหมายเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ด้านความรู้

ความรู้ (Knowledge) หมายถึงความสามารถในการสรุปใจความสำคัญ (Abstraction) และการสรุปเป็นกรณีทั่วไป (Generalization) โดยพิจารณาจากหลักฐานและการใช้หลักตรรกวิทยา ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้หรือด้านพุทธิพิสัย ซึ่งมักใช้เรียกว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement) ดังนี้

##### 4.2 การจำแนกผลการเรียนรู้ด้านความรู้

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงการจำแนกพฤติกรรมของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ดังนี้

บลูม และคนอื่น (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์, 2542:40-42.; อ้างอิงจาก Bloom and others 1971 : 271-273. ) พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย หมายถึง พฤติกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้สมองรับรู้และขบคิด ซึ่งบลูม (Benjamin S. Bloom) และคณะจำแนกเป็น 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้ - ความจำ (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำไปใช้ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการประเมินค่า (Evaluation) พฤติกรรมแต่ละด้านมีความหมายดังต่อไปนี้

1. ความรู้-ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถระลึกได้ในเรื่องราวต่างๆ ที่เคยมีประสบการณ์มาแล้ว ซึ่งอาจจะเป็นการระลึกได้ในเนื้อหาสาระ กระบวนการ แบบแผนหรือโครงสร้างของสิ่งนั้นๆ ก็ได้

พฤติกรรมด้านความรู้-ความจำประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยดังนี้

##### 1.1 ความรู้ในเรื่องประกอบด้วย

- ความรู้เกี่ยวกับกฎและความจริง

##### 1.2 ความรู้ในวิธีดำเนินการ ประกอบด้วย

- ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน

- ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม

- ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท

- ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์

- ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ

##### 1.3 ความรู้รวบยอดในเรื่องประกอบด้วย

- ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยายหลักวิชา

- ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ ที่ได้เรียนมาไปแก้ปัญหา ปฏิบัติและอธิบายเหตุผลในปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ต่างๆ ทั้งจำลองและจริงที่พบใหม่ได้อย่างถูกต้อง

พฤติกรรมด้านความเข้าใจประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยดังนี้

2.1 การแปลความ

2.2 การตีความ

2.3 การขยายความ

3. การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ ที่ได้เรียนมาไปแก้ปัญหา ปฏิบัติและอธิบายเหตุผลในปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ต่างๆ ทั้งจำลองและจริงที่พบใหม่ได้อย่างถูกต้อง

4. การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราว เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อย และสามารถบอกได้ว่าส่วนย่อยแต่ละส่วนมีน้ำหนักความสำคัญแตกต่างกันอย่างไรและมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร พฤติกรรมด้านการวิเคราะห์ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ความสำคัญ

4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์

4.3 การวิเคราะห์หลักการ

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง ความสามารถในการประมวลส่วนย่อยๆ เข้าเป็นเรื่องราวเดียวกันโดยการนำเอาหน่วยความรู้ต่างๆ มาผสมผสานกันแล้วจัดระเบียบใหม่ให้เกิดเป็นโครงสร้างที่แตกต่างหรือแปลกใหม่ไปจากเดิมหรือชัดเจนแจ่มแจ้งและมีประสิทธิภาพมากกว่าเดิม

พฤติกรรมด้านการสังเคราะห์ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยดังนี้

1.1 การสังเคราะห์ข้อความ

1.2 การสังเคราะห์แผนงาน

1.3 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์

6. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการวินิจฉัย ตีค่าในลักษณะสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์เพื่อกำหนดว่าสิ่งนั้นๆ มีคุณค่าเพียงไร

พฤติกรรมด้านการประเมินค่าประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยดังนี้

6.1 การประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายใน

6.2 การประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก

ปัจจุบันวงการวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ใช้การจำแนกพฤติกรรมพุทธิพิสัยเป็นแนวปฏิบัติในการพัฒนาหลักสูตร จัดประสบการณ์การเรียนรู้การวัดผลและประเมินผลด้านพุทธิพิสัย โดยมีรายละเอียดของพฤติกรรมแต่ละด้าน (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ .2542:46-49) ดังนี้

1. ความรู้ – ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยาม ศัพท์ หลักการ กฎ ทฤษฎี หรือแนวความคิดที่สำคัญๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังต่อไปนี้ คือ

1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริงเฉพาะอย่าง (Specific facts)

1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยามทางวิทยาศาสตร์ (Scientific terminologies)

- 1.3 ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ (Concepts of science)
- 1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง (Conventions)
- 1.5 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้น (Trends and sequences)
- 1.6 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนก การจัดประเภทและเกณฑ์ (Classifications, categories, and criteria)
- 1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีดำเนินการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific techniques and procedures)
- 1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ และกฎทางวิทยาศาสตร์ (Scientific principles and laws)
- 1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีต่างๆหรือแนวคิดที่สำคัญ (Theories or Major conceptual schemes)

นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถให้คำจำกัดความหรือนิยามเล่าเหตุการณ์ จดบันทึก เรียกชื่อ อ่านสัญลักษณ์ และระลึกถึงข้อสรุปได้

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ หรือจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปความรู้ใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่ง ซึ่งเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งกว่าความรู้ความจำ โดยสามารถจำแนกได้ดังต่อไปนี้คือ

2.1 ความสามารถจำแนกความรู้ได้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ (Identification of knowledge in a new context)

2.2 ความสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่สัญลักษณ์หนึ่ง (Translation of knowledge from one symbolic form to another)

ผู้ที่มีพฤติกรรมในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถเปรียบเทียบ แสดงความสัมพันธ์ อธิบายชี้แจง จำแนก จัดหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จบใจความ เขียนภาพประกอบ ตัดสินเลือก แสดงความคิดเห็น จัดเรียงลำดับ อ่านกราฟ แผนภูมิ และแผนภาพได้

3. กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of scientific inquiry) ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยๆ คือ

3.1 การสังเกตและการวัด (Observing and measuring)

- สังเกตสิ่งของและปรากฏการณ์ต่างๆ
- การบรรยายสิ่งของที่สังเกตได้โดยใช้ภาษาที่เหมาะสม
- การวัดสิ่งของและการเปลี่ยนแปลงต่างๆ
- การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม
- การประมาณค่าจากการวัดและการยอมรับขีดจำกัดของความถูกต้อง

3.2 การมองเห็นปัญหาและวิธีแก้ปัญหา (Seeing a problem and seeking ways to solve it)

- การมองเห็นปัญหา
- การตั้งสมมติฐาน
- การเลือกวิธีทดสอบสมมติฐาน

- การออกแบบกระบวนการทดลองที่เหมาะสม

3.3 การแปลความหมายข้อมูลและการสรุป (Interpreting data and formulating generalizations)

- การจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
- การเสนอข้อมูลต่างๆในรูปของความสัมพันธ์แบบฟังก์ชัน
- การแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการทดลองและการสังเกต
- การขยายความและการตีความ
- การประเมินสมมติฐานภายใต้ขอบเขตของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
- การสรุปความสัมพันธ์ที่พบ

3.4 การสร้าง การทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลองหรือทฤษฎีต่างๆ (Building testing and revising a theoretical model)

- ยอมรับความต้องการในแบบจำลองทางทฤษฎี
- การสร้างแบบจำลองทางทฤษฎีเพื่อรับความรู้ใหม่
- การบอกความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับแบบจำลอง
- การอนุมานสมมติฐานใหม่จากแบบจำลองทางทฤษฎี
- การแปลความหมายและประเมินผลจากการทดสอบแบบจำลอง
- การสร้าง การปรับปรุง หรือขยายแบบจำลอง

4. การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of scientific knowledge and skills) หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานความรู้ และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา กล่าวได้ว่าการนำความรู้ไปใช้เป็นพฤติกรรมที่ลึกซึ้ง เพราะการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้นั้นจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจอย่างดีเสียก่อน ซึ่งสามารถจำแนกเป็นพฤติกรรมย่อยๆได้ดังต่อไปนี้

4.1 การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ของวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน

4.2 นำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ของวิทยาศาสตร์ต่างสาขากัน

4.3 การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่นๆ นอกเหนือจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตามหลักการถือว่าพฤติกรรมการเรียนรู้แต่ละด้านข้างต้นมีความยากง่ายตามลำดับ กล่าวคือ พฤติกรรมด้านความรู้-ความจำ เป็นพฤติกรรมที่ต้องใช้พลังสมองในการขบคิดน้อยกว่าพฤติกรรมอื่นๆ เรียงลำดับไปจนถึงพฤติกรรมการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสร้างเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ซึ่งครอบคลุมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มาตรฐานการเรียนรู้ ว 2.1 สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาปีที่ 3) เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ดังนี้ ด้านความรู้-ความจำ 11 ข้อ ความเข้าใจ 12 ข้อ การเสาะแสวงหาความรู้ 8 ข้อ และการนำไปใช้ 9 ข้อ รวมทั้งหมด 40 ข้อ

#### 4.3 ทฤษฎีการสอนที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้

4.3.1. ทฤษฎีของคลาร์ก แอล.ฮัลล์. (อัจฉรา สุขรมณ์. ม.ป.ป. 6 ; อ้างอิงจาก Clark L.Hull.)

ได้กล่าวว่า การเรียนรู้เริ่มจากการตั้งสมมติฐานแล้วจึงทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน ในการจัดการเรียนการสอนต้องพยายามให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ควรจัดช่วงเวลาเรียนให้เหมาะสม สอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน และการฝึกทักษะจะต้องเริ่มฝึกจากสิ่งที่ย่างไปสู่สิ่งที่ยาก



4.3.2. ทฤษฎีของจอห์น ดิวอี้ (อัจฉรา สุขรมณ.ม.ป.ป. 6. ; อ้างอิงจาก John Dewey.) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดจากการฝึกประสบการณ์ตรง การศึกษาเป็นการฝึกให้นักเรียนได้ใช้สติปัญญาแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากประสบการณ์ของตน

จากการวิจัย ผู้วิจัยได้เลือกทฤษฎีของฮัลล์และจอห์น ดิวอี้ นำมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ เริ่มจากการตั้งสมมติฐานแล้วจึงทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน แล้วจึงลงข้อสรุปเป็นองค์ความรู้ที่ได้จากการทดลองต่อไป ในจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงโดยการสำรวจและทดลองจริง

#### 4.4 ประโยชน์ของการวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้

การวัดผลและประเมินผลมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนมาก เพราะในระหว่างการเรียนการสอนนั้น ครูจะต้องสอนตามจุดมุ่งหมายการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและของวิชานั้นๆ ครูบางคนอาจสอนไม่ครอบคลุม เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าครูสอนบกพร่องจุดใด เด็ก บกพร่องเรื่องใด บทเรียนขาดความสมบูรณ์ตอนไหน ในการเรียนการสอนการวัดผลที่ดีจะช่วยตอบปัญหาต่างๆ ได้ เช่น เด็กคนไหนควรสอนซ่อมเสริม เด็กคนใดเรียนช้า เด็กคนใดเรียนเร็ว เด็กคนใดมีเชาวน์ปัญญา ต่ำ-สูง ควรจัดกลุ่มนักเรียนอย่างไร ควรเริ่มสอนเรื่องนี้ ณ จุดใดการเตรียมการสอนมีประสิทธิภาพเพียงใด กิจกรรมประกอบการเรียนเหมาะสมไหมเด็กมีเจตคติต่อวิชาเป็นอย่างไร เด็กมีบุคลิกลักษณะตามต้องการหรือไม่( ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2539 : 30)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ (แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์) โดยครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ การแสวงหาความรู้ และด้านการนำไปใช้วัดผลโดยใช้แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

#### 4.4 งานวิจัยเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ด้านความรู้

##### งานวิจัยในประเทศ

สุนทรี วัฒนพันธุ์ (2535 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานประเภททดลองระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุญยิ่ง วรรณศิริกุล (2540 : 254-255) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนปกติ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

วิทยาศาสตร์กับความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นุศรา เอี่ยมนวลรัตน์ (2542 : 162-163) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. เจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชลสิทธิ์ จันทาสี (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู มีความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธิดารัตน์ ไบสูงเนิน (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตจากชุดกิจกรรมแบบศูนย์การเรียนรู้ที่มีกิจกรรมกลุ่มร่วมมือที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมแบบศูนย์การเรียนรู้ที่มีกิจกรรมกลุ่มร่วมมือเทคนิคการต่อภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุมาลี โชติขุ้ม (2544 : 85) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นฤมล ศรีวิเศษ (2546 : 97) ได้ศึกษาการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และชุดการเรียนรู้แบบศูนย์การเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องกลไกมนุษย์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่าผลการเรียนรู้หลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 82.30

อภิญา เคนบุปผา (2546:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ มีผลการเรียนด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าระดับปานกลาง

สกวา แสงอ่อน (2546 : 74) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องสับประรดท้องถิ่นในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ผลการศึกษาพบว่า ผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พิชญ์ธิดา ธีราโมกษ์ (2548:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้อาชีวศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาโดยใช้ประโยชน์จากศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา เอกมัย ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้อาชีวศึกษาที่พัฒนาขึ้น มีผลการเรียนรู้อย่างดี

1. ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3) และนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6) คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลการเรียนรู้ ด้านความรู้ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3) และนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6) ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลังเรียนอยู่ในระดับสูงกว่าระดับดี

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนโดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับผลการเรียนรู้ด้านความรู้ สรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนโดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้สูงกว่าที่เรียนตามปกติและมีผลการเรียนรู้ ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

## 5. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

### 5.1 ความหมายเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2531 : 14) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญา (Intellectual skills)

ยุพา วีระไวทยะ และ ปรียา นพคุณ (2540 : 88) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบในการแสวงหาความรู้ หรือแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540 : บทนำ) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป อย่างคล่องแคล่วถูกต้องแม่นยำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544 : 9 -10) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อให้เกิดการพัฒนาด้านสติปัญญานำไปสู่การคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และเป็นคนช่างสังเกต รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล แก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีระบบ และรู้จักค้นคว้าหาความรู้ได้ด้วยตนเอง

สรุปผลการเรียนรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสืบเสาะหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิดความคล่องแคล่วและชำนาญ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกและสเปกกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปรการทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

### 5.2 องค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมเพื่อการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ของสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science - AAAS) ได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับ

มัธยมศึกษา ชื่อว่า ISCS (Intermediate Science Curriculum Study) ซึ่งได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic science process skills) 8 ทักษะและทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated science process skills) 5 ทักษะ ดังนี้ (ภาพ เลขาไพบูลย์.2542:14-30)

#### ทักษะขั้นพื้นฐาน

- 5.2.1 ทักษะการสังเกต
- 5.2.2 ทักษะการวัด
- 5.2.3 ทักษะการคำนวณ
- 5.2.4 ทักษะการจำแนกประเภท
- 5.2.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา
- 5.2.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
- 5.2.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
- 5.2.8 ทักษะการพยากรณ์

#### ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ

- 5.2.9 ทักษะการตั้งสมมติฐาน
- 5.2.10 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 5.2.11 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
- 5.2.12 ทักษะการทดลอง
- 5.2.13 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

#### 5.2.1 ทักษะการสังเกต

ทักษะการสังเกต (Observation) หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย เพราะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่สังเกตได้เป็นการอธิบายหรือตีความหมายของสิ่งที่สังเกตได้ โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมรวมด้วย ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมี 3 ประเภท คือ

- 5.2.1.1 ข้อมูลเชิงคุณภาพ
- 5.2.1.2 ข้อมูลเชิงปริมาณ
- 5.2.1.3 ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

#### 5.2.2 ทักษะการวัด

ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมืออย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัดและความสามารถในการอ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้องรวดเร็วและใกล้เคียงกับความเป็นจริงพร้อมทั้งมีหน่วยกำกับเสมอ

#### 5.2.3 ทักษะการคำนวณ

ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณ หาร หรือจัดกระทำกับตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรงหรือจากแหล่งอื่น ตัวเลขที่

นำมาคำนวณนั้นต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกัน ตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะช่วยให้สื่อความหมายได้ตรงตามที่ต้องการและชัดเจนยิ่งขึ้น

#### 5.2.4 ทักษะการจำแนกประเภท

ทักษะการจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง ความสามารถในการจัดจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนก เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่างกัน หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ โดยจัดสิ่งที่มีสมบัติบางประการ ร่วมกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน การจำแนกประเภทจะต้องมีเกณฑ์ในการจำแนก เมื่อจำแนกแล้วของสองกลุ่มนั้นจะต้องมีคุณสมบัติบางอย่างแตกต่างกัน และของที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะต้องมีคุณสมบัติเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกันตามเกณฑ์ที่กำหนด

#### 5.2.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่อไปนี้ คือ 1) ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติ 2) สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏในกระจกเงาจะเป็นซ้ายขวาของกันและกันอย่างไร 3) ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง 4) การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา การกระทำที่แสดงว่าบุคคลใดมีทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

#### 5.2.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing data communication) หมายถึง ความสามารถในการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่ โดยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของ ข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น การสื่อความหมายข้อมูลทำได้หลายแบบ การที่จะเลือกใช้แบบใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล วัตถุประสงค์ของงานที่จะศึกษา ทั้งนี้เพื่อความสะดวกและง่ายต่อการตีความหมายข้อมูลและสรุปผลต่อไป

#### 5.2.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มืออยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีอาจได้มาจากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง คำอธิบายนั้นเป็นสิ่งที่ได้จากความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตที่พยายามโยงบางส่วนของความรู้หรือประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่

#### 5.2.8 ทักษะการพยากรณ์

ทักษะการพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตของข้อมูล (Interpolating) และภายนอก

ขอบเขตข้อมูล (Extrapolating) เมื่อมีข้อมูลอยู่ชุดหนึ่ง และหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ในข้อมูลได้ แล้ว ก็จะสามารถทำนายค่าต่างๆ ที่อยู่ขอบเขตของข้อมูลหรือภายนอกขอบเขตของข้อมูลได้ โดยวิธี คำนวณหาคำตอบจากข้อมูลในตารางหรือใช้กราฟช่วย

### 5.2.9 ทักษะการตั้งสมมติฐาน

ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการให้ คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้นๆ

สมมติฐาน เป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเน ซึ่งอาจเป็นคำอธิบายของสิ่งที่ไม่สามารถ ตรวจสอบโดยการสังเกตได้ หรืออาจเป็นข้อความของสมมติฐานนี้สร้างขึ้นโดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน การคาดคะเนคำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีมาก่อน ข้อความของสมมติฐานต้องสามารถทำการตรวจสอบโดยการทดลองและแก้ไขเมื่อมีความรู้ ใหม่ได้

### 5.2.10 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆ ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตได้และวัดได้

คำนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นความหมายของคำศัพท์เฉพาะ เป็นภาษาง่าย ๆ ชัดเจนไม่กำกวม ระบุสิ่งที่จะสังเกตได้ และระบุการกระทำซึ่งอาจเป็นการวัด ทดสอบ การทดลองไว้ด้วย

### 5.2.11 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables) หมายถึง การชี้บ่ง ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง การควบคุมตัวแปรนั้นเป็นการควบคุม สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกัน

ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent variable) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องการ ศึกษา หรือเป็นตัวแปรที่ต้องการทดลองดูว่าจะก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม (Depender variable) หมายถึง ตัวแปรที่เกิดขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระ

ตัวแปรควบคุม (Controlled variable) เป็นตัวแปรตัวอื่นๆ ที่ยังไม่สนใจศึกษาที่อาจจะมีผลต่อ ตัวแปรตามในขณะนั้น จึงจำเป็นต้องควบคุมให้คงที่ไว้ก่อน

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถที่จะชี้บ่งได้ว่า ตัวแปรใดเป็น ตัวแปรต้น ตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม ตัวแปรใดเป็นตัวแปรควบคุมในการหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่าง ตัวแปรในสมมติฐานหนึ่งๆ หรือในปรากฏการณ์หนึ่งๆ

### 5.2.12 ทักษะการทดลอง

การทดลอง(Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบ สมมติฐานที่ตั้งไว้ในทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

5.2.12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีดำเนินการทดลองซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการทดลอง

5.2.12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

5.2.12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจจะเป็นผลของการสังเกต การวัดและอื่นๆ

ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง และการบันทึกผลการทดลอง

### 5.2.13 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion) หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ และการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำ และอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิหรือรูปภาพต่างๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย และสามารถลงข้อสรุปโดยการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมด สรุปให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาภายในขอบเขตของการทดลองนั้น ๆ

สรุปในการวิจัยครั้งนี้ ใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเลือกวัดเฉพาะทักษะที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์รวมทั้งหมด 8 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต 5 ข้อ การวัด 3 ข้อ การคำนวณ 3 ข้อ การจำแนกประเภท 8 ข้อ การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา 6 ข้อ การจัดกระทำข้อมูล 8 ข้อ การลงความคิดเห็นจากข้อมูล 3 ข้อ และการพยากรณ์ 4 ข้อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก รวมทั้งหมด 40 ข้อ

## 5.3 งานวิจัยเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

### งานวิจัยในประเทศ

วรรณทิพา รอดแรงคำ และ พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2532 : 1 - 7) ได้ศึกษาชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต้องใช้ควบคู่ไปกับกระบวนการกลุ่ม สามารถทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

เปรมวดี รักขวลี (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ ชุดฝึกกระบวนการทางเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการทางเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุมาลี สีมืด (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการฝึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเซนต์ดอมินิก เมื่อเทียบกับเกณฑ์หลังจากได้รับการฝึกด้วยชุดการฝึก ผลการศึกษาพบว่า ผลการวิเคราะห์การพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเซนต์ดอมินิก สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เนื่อทอง น่ายี (2544 : 154-155) ได้ศึกษา ผลการใช้ชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มทดลองที่ 1 มีความสนใจทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากส่วนกลุ่มทดลองที่ 2 มีความสนใจทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

พลทรัพย์ โพธิ์สุ (2546 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชและสัตว์ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีและผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สกว แสงอ่อน (2546 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง สัมประรดท้องถิ่นในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

#### งานวิจัยในต่างประเทศ

ลิวกี (วัฒนา สิงหนวัฒน์.2533. ; อ้างอิงจาก Riley. ) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนฝึกหัดครู 2 วิธีทำการศึกษา โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มที่ 3 ให้เป็นกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เครื่องมือปฏิบัติการจริง ๆ ส่วนกลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๆ ไป ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

วีเบอร์ (มยุรา ก่อบุญ.2544. ; อ้างอิงจาก Weber. ) ได้ทำการศึกษาโดยการแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้หลักสูตรที่สร้างขึ้นมา เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อีกกลุ่มหนึ่งเรียนโดยใช้หลักสูตรเดิม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้นี้ประกอบด้วย การสังเกต การจัดจำพวก การวัดและการทำนาย ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีทักษะด้านต่างๆ เพิ่มมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า นักเรียนที่ผ่านการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการเรียนโดยปกติ

## 6. เอกสารเกี่ยวกับจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารเกี่ยวกับจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมยังไม่ปรากฏอย่างเป็นรูปธรรม ผู้วิจัยได้นิยามความหมายคำว่าจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมไว้ดังนี้ จิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม หมายถึง เจตคติทางสิ่งแวดล้อมที่กล่าวถึงความรู้สึก พฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในการป้องกัน การบำรุงรักษา และใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งมีความหมายคล้ายกับเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม



เนื่องจากคำวลี “เจตคติต่อ...” นั้นมีนัยที่เปิดกว้างและจะมีความชัดเจนยิ่งขึ้นก็ต่อเมื่อระบุว่าเป็นเจตคติต่ออะไร (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์.2542:118) มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะใช้คำว่าเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม แทนคำว่า จิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เนื่องจากมีนัยสำคัญที่คล้ายคลึงกันดังต่อไปนี้

### 6.1 ความหมายของเจตคติหรือจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

ทิพาพรรณ ก.บัวเกษร (2542:10) ให้ความหมายของจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมไว้ว่า เป็นความรู้สึกต่อพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในการป้องกันรักษา และใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นประโยชน์อย่างเหมาะสม

จิรภา เจริญผล (2543:57) ให้ความหมายของจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมไว้ว่า เป็นความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การแสดงพฤติกรรมในการป้องกัน รักษา การใช้ประโยชน์สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรให้มีคุณภาพสูงสุด

ศิริภรณ์ กลิ่นหอม (2545:9) ให้ความหมายของจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมไว้ว่า เป็นความคิด ความรู้สึก และแนวโน้มที่จะแสดงพฤติกรรมของนักเรียนในการทำนุบำรุง ป้องกัน รักษา และสงวนดินและน้ำ

วินัย วีระวัฒนานนท์ (2546:4) ให้ความหมายของจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (Attitude Toward Environment) หมายถึง ความเชื่อเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่อาจมีผลต่อการปฏิบัติของบุคคลที่อาจเป็นคุณหรือโทษต่อสิ่งแวดล้อม (Positive or Negative Toward Environment)

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นิยามคำว่า จิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมไว้ว่า เป็นเจตคติหรือความรู้สึก พฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในการป้องกัน การบำรุงรักษา และใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุดวัดได้จากแบบวัดจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามวิธีของลิเคอร์ท โดยให้มาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วย เเฉย ๆ และไม่เห็นด้วย โดยมีการพิจารณา 3 ด้าน คือ

- 1) ด้านความรู้สึกหรือพฤติกรรม การเห็นคุณค่าของการป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยมีความรับผิดชอบต่อการใช้ และการดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- 2) ด้านพฤติกรรมการแสดงออกในการรักษาสิ่งแวดล้อม เช่น ความสนใจเข้าร่วมทำกิจกรรมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและพัฒนาสิ่งแวดล้อม การเลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม
- 3) ด้านพฤติกรรมการแสดงออกในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด ได้แก่ การใช้น้ำ การใช้ไฟฟ้า การจัดการขยะ

### 6.2 แนวทางในการพัฒนาเจตคติหรือจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

อัลพอร์ต (ศักดิ์ สุนทรเสณี.2531:4; อ้างอิงจาก Allport.1962:614 ) ได้เสนอแนวทางพัฒนาเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งเกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ของบุคคลตามเงื่อนไข 4 ประการ คือ

6.2.1 กระบวนการเรียนรู้ที่ได้จากการเพิ่มพูนและบูรณาการของการตอบสนองแนวความคิดต่างๆ เช่น เจตคติต่อครอบครัว โรงเรียน ครู การเรียนการสอน และอื่นๆ

6.2.2 ประสบการณ์ส่วนตัวขึ้นอยู่กับความแตกต่างของบุคคล ซึ่งมีประสบการณ์ที่แตกต่างกันไป นอกจากประสบการณ์ของคนจะสะสมขึ้นเรื่อยๆ แล้วยังทำให้มีกระสวน (Pattern) เป็นของตัวเองด้วย

ดังนั้นเจตคติบางอย่างจึงเป็นเรื่องเฉพาะของแต่ละบุคคลแล้วแต่ พัฒนาการและความเจริญเติบโตของคน ๆ นั้น

6.2.3 การเลียนแบบ การถ่ายทอดเจตคติของคนบางคนได้มาจากการเลียนแบบเจตคติของคนอื่นที่ตนพอใจ เช่น พ่อ-แม่ ครู พี่น้อง และบุคคลอื่นๆ

6.2.4 อิทธิพลของกลุ่มสังคม คนย่อมมีเจตคติคล้ายตามกลุ่มสังคมที่ตนอาศัยอยู่ตามสภาพแวดล้อม เช่น เจตคติต่อศาสนา สถาบันต่างๆ เป็นต้น

### 6.3 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อเจตคติหรือจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

เจตคติหรือจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเป็นส่วนหนึ่งของพฤติกรรมด้านจิตพิสัย (Affective domain) ตามทฤษฎีของบลูมและคณะ เป็นความรู้สึกเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ เริ่มตั้งแต่มีการรับรู้ในสิ่งนั้น การตอบสนองการสร้างคุณค่า การจัดระบบคุณค่า และสร้างเป็นลักษณะนิสัยของบุคคล โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ ดังนี้ (เชิดศักดิ์ โฆวสินธุ์.2520:40; ศักดิ์ สุนทรเสถียร.2531:4-5)

6.3.1 องค์ประกอบทางด้านการรู้ (Cognitive Component) เป็นเรื่องของทางด้านความคิด ความเข้าใจ เจตคติในแนวนี้อาจเกิดจากการที่บุคคลได้ใช้ความคิดในการวินิจฉัยข้อมูลอย่างถี่ถ้วนเกี่ยวกับสิ่งที่ได้รับรู้แล้วสรุปออกมา อาจจะแสดงออกด้วยวิธีต่าง ๆ ทั้งทางบวก ทางลบ และไม่เกิดเจตคติต่อสิ่งใดเลย

6.3.2 องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก (Affective Component or Feeling Component) เป็นความรู้สึก ซึ่งถูกเร้าขึ้นจากการรู้นั้น เป็นความรู้สึกชอบ-ไม่ชอบ ชื่นชม-ไม่ชื่นชม ประทับใจ-ไม่ประทับใจ ดีหรือไม่ดีต่อสิ่งเร้านั้น

6.3.3 องค์ประกอบทางด้านแนวโน้มในเชิงพฤติกรรมหรือการกระทำ (Action Tendency Component or Behavioral Component) เป็นพฤติกรรมของคนที่ได้รับความรู้ ความเข้าใจแล้วจะทำให้เกิดพฤติกรรมที่จะตอบสนองต่อสิ่งนั้น ๆ ในทางใดทางหนึ่ง คือ พร้อมที่จะสนับสนุน ส่งเสริม ช่วยเหลือ หรือในทางทำลายขัดขวาง ต่อสู้ เช่น การอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

### 6.4 โครงสร้างของพฤติกรรมด้านเจตคติหรือจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

โครงสร้างของพฤติกรรมด้านเจตคติหรือจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของพฤติกรรมด้านจิตพิสัยผู้วิจัยได้อ้างอิงกรอบความคิดของณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 119) ซึ่งได้กล่าวถึงพฤติกรรมด้านจิตพิสัยไว้ 2 ลักษณะ ดังนี้

#### 1. พฤติกรรมในระดับความรู้สึกนึกคิดซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรม

##### 1.1 พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้

##### 1.2 ศรัทธาและซาบซึ้ง

##### 1.3 เห็นคุณค่าและประโยชน์

##### 1.4 ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี

#### 2. พฤติกรรมในระดับการแสดงออกซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยอีก 2 ส่วน คือ

##### 2.1 การแสดงออกในระดับการศึกษาเล่าเรียนประกอบด้วยพฤติกรรม

###### 2.1.1 ตั้งใจเรียน

###### 2.1.2 เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมอย่างสนุกสนาน

###### 2.1.3 เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ

##### 2.2 การแสดงออกในระดับการนำไปใช้ ได้แก่ พฤติกรรม

### 2.2.1 ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม

### 2.2.2 ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดี

และผลเสีย

สรุปเจตคติหรือจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อมเกิดจากประสบการณ์ที่นักเรียนได้รับก่อให้เกิดองค์ความรู้สามารถแสดงออกทั้งเชิงบวกและเชิงลบ โดยการแสดงพฤติกรรม ความรู้สึก การนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้สำรวจระบบนิเวศจริงเป็นการสร้างประสบการณ์ให้นักเรียนได้เกิดเจตคติที่ดีต่อสิ่งแวดล้อม และได้มีการวิเคราะห์สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมทั้งในบริเวณ โรงเรียนและรอบๆ พร้อมทั้งวิธีแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแนวทางการพัฒนาเจตคติหรือจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม เป็นการจัดการกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ เพื่อเพิ่มเติมประสบการณ์ให้นักเรียน โดยการให้นักเรียนมีการปฏิบัติจริงและครูเป็นผู้กระตุ้นสอดแทรกเจตคติหรือจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อมอยู่ตลอดเวลา จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พิจารณาว่าจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อมรวม 3 ด้าน คือ ด้านพฤติกรรมความรู้สึกนึกคิดต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม 10 ข้อ ด้านพฤติกรรมการแสดงออกในการรักษาสิ่งแวดล้อม 10 ข้อ และด้าน พฤติกรรมการแสดงออกในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ 10 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ

### 6.5 งานวิจัยเกี่ยวกับจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม

#### งานวิจัยในประเทศ

กฤษณา บุญคุ้ม (2534:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการสอนโดยวิธีการสำรวจสิ่งแวดล้อม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผลการศึกษา พบว่า

1. จำนวนนักเรียนที่เรียนโดยการสำรวจสิ่งแวดล้อมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละด้านและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ยกเว้นทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลและทักษะการทดลองไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แต่ละด้านและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้านของนักเรียนโดยวิธีสำรวจสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทักษะการทดลองหลังเรียนและก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน

3. เจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนจากการสอนโดยวิธีการสำรวจสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทิพาพรรณ ก.บัวเกษร (2542:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง กับการสอนแบบค้นพบโดยมีการชี้แนะ ผลการศึกษพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. เจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

จิรภา เจริญผล (2543:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติและการตัดสินใจต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบบูรณาการตามทฤษฎีสุทธินิยม ผลการศึกษาพบว่า

1. เจตคติและการตัดสินใจต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบบูรณาการตามทฤษฎีสุทธินิยมกับการสอนในชั้นเรียนปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. เจตคติและการตัดสินใจต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบบูรณาการตามทฤษฎีสุทธินิยมหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริภรณ์ กลิ่นหอม (2545:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหน่วย “สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ” กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต และเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการศึกษานอกห้องเรียนและวิธีการศึกษาปกติในห้องเรียน ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหน่วย “สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ” กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. เจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปิยะพงษ์ สุริยะพรหม (2546:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่องป่าชุมชน เพื่อส่งเสริมเจตคติต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ป่าชุมชน มีประสิทธิภาพ 84.02/81.14 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ 80/80

2. เจตคติต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ป่าชุมชน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ป่าชุมชน ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ป่าชุมชน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

### งานวิจัยต่างประเทศ

เชปปาร์ด และสปีลแมน (ภุชญา บุญคุ้ม.2534:43;อ้างอิงจาก Shepard and Speelman.1985/86: 20-23) ได้ศึกษาเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่เป็นผลมาจากการศึกษานอกห้องเรียน โดยทำการทดลองในช่วงฤดูร้อนแบ่งเด็กออกเป็น 8 กลุ่ม เข้าค่าย 4 ค่าย ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนไปในทางบวก การออกค่ายมีผลเพียงเล็กน้อยต่อเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม นอกจากนั้นพบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาของโครงการกับพัฒนาการของจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

กิลเบิร์ตสัน (ทิพาพรรณ ก.บัวเพชร.2542:80 ; อ้างอิงจาก Gilbertson.1991:4018-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม:การศึกษานอกสถานที่ และผลของทัศนคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม” (Environmental Literacy : Outdoor Education Training and Its Effect on Knowledge and Attitude Toward the Environment) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา และเปรียบเทียบความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน

ระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ไปศึกษานอกสถานที่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนระดับ 6 ใน รัฐมิชิแกน ซึ่งได้ผ่านการศึกษาในเรื่องของความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ความรู้ ทัศนคติที่มีต่อคำว่า “นิเวศวิทยา” ปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสิ่งแวดล้อม มากกว่าหลักการทางนิเวศวิทยา นักเรียนที่เข้าร่วมฝึกประสบการณ์มีความเข้าใจในเรื่องราวของสิ่งแวดล้อม มากขึ้นและผลการศึกษาไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ออกฝึก ประสบการณ์นอกสถานที่

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหรือจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม สรุปได้ว่า นักเรียนที่มีประสบการณ์ในการเรียนสิ่งแวดล้อมมากจะมีเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และเจตคติ ต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมสามารถเปลี่ยนแปลงได้ถ้ามี การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย ส่งผล ให้นักเรียนมีความรู้สึกชอบ สนใจเข้าร่วมทำกิจกรรมอย่างสนุกสนาน และสามารถเลือกใช้วิธีการทาง วิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้จากการเรียนได้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยได้จัดการเรียนการสอนโดยใช้ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม เพื่อเสริมสร้างและพัฒนาเจตคติต่อการอนุรักษ์ สิ่งแวดล้อมของนักเรียนในช่วงชั้นที่ 3 ให้สูงขึ้น

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) แขวงสีกัน เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ซึ่งมี 2 ขั้นตอนดังนี้

#### ตอนที่ 1 การพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

1. สืบหาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนสีกัน (วัฒนานันท์อุปถัมภ์) เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร ผลจากการสำรวจ ได้แก่ ธรรมชาติในบริเวณโรงเรียน และสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน น้ำตกจำลอง สนามฟุตบอล(สนามหญ้า) เรือนไทย ห้องสมุดพระณีพิธาน สวนหย่อมหน้าอาคาร 1 มุมเกษตรกรรม โรงอาหาร ระบบบำบัดน้ำเสีย บ่อน้ำเสียหน้าโรงเรียน ห้องสมุดศูนย์สื่อหมวดวิชา ห้องชีววิทยา สื่ออุปกรณ์การทดลอง สื่อสิ่งพิมพ์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และในการวิจัยครั้งนี้ใช้แหล่งเรียนรู้บริเวณสวนหย่อมหน้าอาคาร 1 บริเวณเรือนไทย บริเวณสนามฟุตบอล บริเวณน้ำตกจำลอง ถนน และคลองหน้าโรงเรียน ในการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

2. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้สัมพันธ์กับระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนสีกัน (วัฒนานันท์อุปถัมภ์) เพื่อเลือกสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่จะนำมาจัดกิจกรรมให้สัมพันธ์กับระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) ผู้วิจัยเลือกสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม จากแนวการจัดสาระการเรียนรู้แกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการพัฒนาชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับช่วงชั้นที่ 3 เพราะสามารถจัดกิจกรรมได้อย่างเหมาะสมกับวัยและธรรมชาติการเรียนรู้ของนักเรียน สามารถจัดกิจกรรมได้สะดวก ปลอดภัย มีคุณค่าเหมาะสมกับเวลา

3. เนื้อหาที่นำมาพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เป็นเนื้อหาจากเอกสารสาระการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาปีที่ 3) เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการพัฒนาชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์นั้น ได้จัดทำเอกสาร 2 ส่วน คือ 1) ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ 2) คู่มือครูประกอบชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

#### 3.1 ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

##### 3.1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 กรอบสาระการเรียนรู้และ

มาตรฐานการเรียนรู้ กระทรวงศึกษาธิการ และการจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) ช่วงชั้นที่ 3 (ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3) สาระที่ 2 ชีวิตกับ สิ่งแวดล้อม เพื่อกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมการวัดประเมินผลของการสร้างชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์จากระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์)

3.1.2 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

3.1.3 สร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์จำนวน 2 ชุด ครอบคลุมเนื้อหาเรื่องระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อม สารที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

1. ชื่อกิจกรรม
2. คำชี้แจง
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
4. เวลาที่ใช้
5. ใบความรู้
6. สื่อการเรียนรู้
7. กิจกรรม
8. แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

ซึ่งการสร้างชุดกิจกรรมดังกล่าวมีรายละเอียดของเนื้อหาสาระดังแสดงไว้ในตาราง 4 ดังนี้

**ตาราง 4** แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สารที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ช่วงชั้นที่ 3 กับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

| สาระการเรียนรู้<br>วิทยาศาสตร์ | ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| สารที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม   | ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ<br>เรื่องที่ 1 ระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน<br>เรื่องที่ 2 สิ่งมีชีวิตในน้ำ<br>เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ                                                                                                                                   |
|                                | ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน<br>เรื่องที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพในบริเวณโรงเรียน<br>เรื่องที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต<br>เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต<br>เรื่องที่ 4 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน |

3.1.4 นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ เพื่อปรับปรุงแก้ไขและนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ท่าน ซึ่งประกอบด้วยอาจารย์ผู้สอนที่มีประสบการณ์ในการสอนอย่างน้อย 5 ปี ได้แก่ อาจารย์ผู้สอนวิชาชีววิทยาจำนวน 2 ท่าน คือ รองศาสตราจารย์ทรรศนียา ศักดิ์ดี อาจารย์สุธี เหลืองมณีเวช อาจารย์ผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 2 ท่าน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิทัศน์ ผักเจริญผล ดร.สุนันทา มั่นสมงคล อาจารย์ผู้สอนวิชาวัดและประเมินผลจำนวน 1 ท่าน รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีสอดคล้อง

(IOC) ระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหา ของแต่ละชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .05 ขึ้นไป โดยผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้ปรับปรุงความถูกต้องด้านภาษา ในเรื่องห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหาร ปรับรูปภาพให้สอดคล้องกับเนื้อหา ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะมาแก้ไขปรับปรุง แล้วนำไปหาคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกัน

3.1.5 นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการแก้ไขปรับปรุงจากผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อนำข้อบกพร่องต่าง ๆ สรุปผลการปรับปรุงแก้ไข ดังตาราง 5

**ตาราง 5** สรุปผลการปรับปรุงการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับนักเรียนจำนวน 3 คน

| ปัญหาที่พบ                                                                                                                  | การปรับปรุงแก้ไข                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. คำชี้แจงในการปฏิบัติกิจกรรมบางส่วนไม่ชัดเจน นักเรียนต้องใช้เวลาศึกษานาน เช่น เรื่องสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพ เป็นต้น | 1. เขียนคำชี้แจงในการปฏิบัติกิจกรรมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น                                                         |
| 2. นักเรียนขาดทักษะในการใช้อุปกรณ์ในการไตเตรตเพื่อหาปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)                                    | 2. ครูสอนการใช้อุปกรณ์ในการไตเตรต เพื่อหาปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ให้ นักเรียนก่อนปฏิบัติกิจกรรม |
| 3. การเก็บตัวอย่างน้ำไม่ได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่างที่ชัดเจน อาจทำให้นักเรียนเกิดอันตราย                                        | 3. กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณที่ไม่เป็นอันตรายให้ชัดเจน                                                   |
| 4. รูปบริเวณที่สำรวจระบบนิเวศในโรงเรียนสีกัน (วัฒนานครอุปถัมภ์) ไม่ชัดเจน                                                   | 4. แก้ไขปรับปรุงให้รูปภาพบริเวณที่สำรวจระบบนิเวศในโรงเรียนสีกัน(วัฒนานครอุปถัมภ์) มีความเหมาะสมและชัดเจน     |

นำมาปรับปรุงแก้ไขและนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโทแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 9 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มละ 3 คน โดยมีกลุ่มเก่ง กลุ่มเก่ง ปานกลาง อ่อน และกลุ่มอ่อน

โดยทำการวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนดังนี้ คะแนนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 23 คะแนน และคะแนนหลังมีค่าเฉลี่ย 30.22 คะแนน จากคะแนนทั้งหมด 40 คะแนน จากการศึกษาผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนดังนี้ คะแนนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 27.55 คะแนน และคะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 32.22 คะแนน จากคะแนนทั้งหมด 40 คะแนน และจากการวัดจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนนักเรียนมีจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมซึ่งอยู่ในระดับดีมีค่า 2.49 จากมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ

3.1.6 นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขไปทดลองสอนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน

### 3.1 คู่มือครูประกอบชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

คู่มือครูประกอบชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้นำ



ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปใช้ในการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์โดยดำเนินการดังนี้

3.2.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 กรอบสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รวมทั้งเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) ช่วงชั้นที่ 3 (ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3) สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและข้อมูลเกี่ยวกับระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม เพื่อสร้างคู่มือครูประกอบชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น

3.2.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

3.2.3 ดำเนินการสร้างคู่มือครูประกอบชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยครอบคลุม เรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในสาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ช่วงชั้นที่ 3 จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

1. ชื่อกิจกรรม
2. คำชี้แจง
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
4. เวลาที่ใช้
5. ใ้บทความรู้
6. สื่อการเรียนรู้
7. การดำเนินกิจกรรม
8. เฉลยแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม
9. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3.2.4 นำคู่มือประกอบชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์เพื่อพิจารณาแก้ไขปรับปรุง

## ตอนที่ 2 การนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองสอนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 40 คน เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ ด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ดังนี้

### 1. แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการทดลองสอน

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสีกัน (วัฒนานันท์อุปถัมภ์) เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 11 ห้องเรียน รวม 450 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสีกัน (วัฒนานันท์อุปถัมภ์) เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร จำนวน 40 คน กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบจัดกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยนักเรียนแต่ละห้องมีความสามารถทัดเทียมกัน เพราะโรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มแบบคละกัน

### 2. ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองสอน

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม

## 2.1 ตัวแปรตาม

### 2.1.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้

### 2.1.2 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

### 2.1.3 จิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

## 3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองสอน

ผู้วิจัยใช้เวลาในการทดลองสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 กับนักเรียนในชั้นโม่ง

กิจกรรมวิชาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที รวมระยะเวลาทดลองสอนทั้งหมด 14 คาบ

## 4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เป็นเนื้อหาที่ผู้วิจัยได้จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสำรวจระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) และการจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

**ตาราง 6** แสดงการจัดสรรช่วงเวลาในการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

| สาระการเรียนรู้<br>วิทยาศาสตร์    | ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | จำนวน<br>คาบ     | การวัดและ<br>ประเมินผล                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| สาระที่ 2 ชีวิต<br>กับสิ่งแวดล้อม | ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ<br>เรื่องที่ 1 ระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน<br>เรื่องที่ 2 สิ่งมีชีวิตในน้ำ<br>เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต<br>ในระบบนิเวศ                                                                                                                                         | 2<br>2<br>2      | 1.แบบทดสอบก่อนเรียน<br>และหลังเรียนวัดผลการ<br>เรียนรู้ด้านความรู้ ด้าน<br>ทักษะกระบวนการทาง<br>วิทยาศาสตร์<br>2. แบบวัดจิตอนุรักษ์<br>สิ่งแวดล้อม ทำการวัดผล<br>หลังเรียน เท่านั้น |
| สาระที่ 2 ชีวิต<br>กับสิ่งแวดล้อม | ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง สิ่งแวดล้อม<br>รอบตัว<br>เรื่องที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพ<br>ในบริเวณโรงเรียน<br>เรื่องที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับ<br>สิ่งมีชีวิต<br>เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับ<br>สิ่งไม่มีชีวิต<br>เรื่องที่ 4 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในบริเวณ<br>โรงเรียน | 2<br>2<br>2<br>2 |                                                                                                                                                                                     |

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์  
แบบประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  - 2.1 แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้
  - 2.2 แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม  
แบบวัดจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม

### 1. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีขั้นตอนดังนี้

- 1.1 ศึกษาการสร้างแบบประเมินชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 1.2 สร้างแบบประเมินชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ให้มีเนื้อหาครอบคลุมองค์ประกอบของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ดังนี้ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านการใช้ภาษา 3) กิจกรรมวิทยาศาสตร์ 4) แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม
  - 1.3 นำแบบประเมินชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อปรับปรุงแก้ไข และนำแบบประเมินไปประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยผ่านผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ 5 ท่าน ซึ่งเป็นชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ด้านความชัดเจนของคำถาม ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ ความเหมาะสมด้านเนื้อหา การใช้ภาษา กิจกรรมวิทยาศาสตร์ แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามแนวของลิเคอร์ท (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543 : 114) โดยกำหนดให้มีระดับการประมาณค่า 5 ระดับดังนี้ 5 คือ ระดับดีมาก 4 คือ ระดับดี 3 คือ ระดับปานกลาง 2 คือ ระดับพอใช้ 1 คือ ระดับต้องปรับปรุง และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญ ดังต่อไปนี้
 

|             |                                           |
|-------------|-------------------------------------------|
| 4.21 - 5.00 | ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก        |
| 3.41 - 4.20 | ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดี           |
| 2.61 - 3.40 | ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง      |
| 1.81 - 2.60 | ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้        |
| 1.00 - 1.80 | ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับต้องปรับปรุง |

 ซึ่งผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เกี่ยวกับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดีมาก รายละเอียดดังภาคผนวก ค และในการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำชุดกิจกรรมไปทดลองใช้จริง ดังนี้
    - 1) ปรับคำชี้แจงในการทำกิจกรรมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
    - 2) สอนพื้นฐานการใช้อุปกรณ์ในการไตร่ตรองสารละลายให้กับนักเรียนก่อนเนื่องจากนักเรียนขาดทักษะการใช้อุปกรณ์
    - 3) กำหนดจุดที่เก็บตัวอย่างน้ำทำการเก็บตัวอย่างน้ำให้ชัดเจน เพราะบางจุดอาจทำให้นักเรียนได้รับอันตรายได้

4) ปรับปรุงรูปภาพบริเวณที่ใช้ในการสำรวจระบบนิเวศให้เหมาะสมและชัดเจนขึ้น

1.4 นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการแก้ไขปรับปรุง ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

## 2. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

### 2.1 แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ มีขั้นตอนดังนี้

2.1.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดและประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบ วัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้

2.1.2 วิเคราะห์เนื้อหาและศึกษาจุดประสงค์ของแต่ละชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ที่ครอบคลุมเนื้อหา แต่ละชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งพฤติกรรมออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ - ความจำ จำนวน 11 ข้อ ด้านความเข้าใจ จำนวน 12 ข้อ ด้านการแสวงหาความรู้ จำนวน 8 ข้อ และด้านการนำไปใช้ จำนวน 9 ข้อ แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก

2.1.3 นำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อประธาน และกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์เพื่อปรับปรุงแก้ไข และผ่านผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ 5 ท่าน ซึ่งเป็นชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของคำถาม ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ ความเหมาะสมของตัวเลือก โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .05 ขึ้นไป และนำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาแก้ไขปรับปรุง

2.1.4 นำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 100 คน

2.1.5 นำผลคะแนนของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้มาวิเคราะห์หาความยากง่าย ( p ) และอำนาจจำแนก ( r ) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่าย ( p ) อยู่ระหว่าง .20-.80 และอำนาจจำแนก ( r ) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 40 ข้อ จากนั้นนำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ ด้านความรู้ไปหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร K-R 20 ซึ่งแบบทดสอบนี้มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.78 (ภาคผนวก ง)

2.1.6 นำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ที่ตรวจสอบคุณภาพแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

## 2.2 แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

2.2.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.2.2 ศึกษาความสัมพันธ์สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่จัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้ครอบคลุมเนื้อหา กิจกรรมที่จัดใน เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม แต่ละชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เลือกวัดเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.2.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อประธานและกรรมการผู้ควบคุมปริญญาโทเพื่อแก้ไขปรับปรุงและผ่านผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ซึ่งเป็นชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของคำถาม ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ ความเหมาะสมของตัวเลือก และความสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .5 ขึ้นไปและนำเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาแก้ไขปรับปรุง

2.2.5 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน

2.2.6 นำผลคะแนนของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ( $p$ ) อยู่ระหว่าง .20-.80 และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 40 ข้อ จากนั้นนำแบบทดสอบไปหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร K-R 20 ซึ่งแบบทดสอบนี้มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.84 (ภาคผนวก ง)

2.2.7 นำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ตรวจสอบคุณภาพแล้วทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

## 3. แบบวัดจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

แบบวัดจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบวัดจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมมีขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาค้นคว้ารวบรวมเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมตามวิธีของลิเคอร์ท์

3.2 วิเคราะห์เนื้อหาและศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรมในแต่ละชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาสร้างแบบวัดจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จำนวน 30 ข้อ ซึ่งจะพิจารณาโดย

3.2.1 พฤติกรรมความรู้สึกและเห็นคุณค่าในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม มีความรับผิดชอบต่อการใช้และการดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

3.2.2 พฤติกรรมการแสดงออก เช่น ความสนใจเข้าร่วมทำกิจกรรมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและพัฒนาสิ่งแวดล้อม การเลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ในการวิจัยครั้งนี้ วัดผลโดยแบบวัดจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 30 ข้อ

3.2 เกณฑ์การให้คะแนน มีเกณฑ์การพิจารณาแบบวัดจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยแบ่งระดับการให้คะแนนออกเป็น 3 ระดับ คือ เห็นด้วย เจย ๆ ไม่เห็นด้วย

เห็นด้วย หมายถึง อยู่ในระดับดี

เจย ๆ หมายถึง อยู่ในระดับพอใช้

ไม่เห็นด้วย หมายถึง อยู่ในระดับปรับปรุง

3.4 นำแบบวัดจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่สร้างขึ้น เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อปรับปรุงแก้ไข และผ่านผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ซึ่งเป็นชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบข้อคำถามและพฤติกรรมที่แสดงออก และความเหมาะสมของแบบวัดจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาจากค่าดัชนีสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .05 ขึ้นไป และนำข้อเสนอแนะมาแก้ไขปรับปรุง

3.5 นำแบบวัดจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

## แบบแผนการวิจัย

ตาราง 7 แสดงแบบแผนการวิจัยในการทดสอบสมมติฐานข้อ 2

|       | กลุ่ม          |     | สอบก่อน                                                                         | ทดสอบ | สอบหลัง        |
|-------|----------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------|
|       | E              |     | T <sub>1</sub>                                                                  | X     | T <sub>2</sub> |
| เมื่อ | E              | แทน | กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่ม                                                   |       |                |
|       | T <sub>1</sub> | แทน | การทดสอบผลการเรียนรู้ ด้านความรู้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน |       |                |
|       | X              | แทน | การเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์                                             |       |                |
|       | T <sub>2</sub> | แทน | การทดสอบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน  |       |                |

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. ติดต่อผู้บริหารโรงเรียนสีกัน (วัฒนานันท์อุปถัมภ์) เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง
2. ชี้แจงรายละเอียดและทำการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อม สำหรับช่วงชั้นที่ 3 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 40 คน เก็บและรวบรวมข้อมูล โดยใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้น
3. นำคะแนนที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

## การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

วิเคราะห์หาคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม

1. วิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตรงของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
2. วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ และผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร K-R 20 ของคูเคอร์ ริชาร์ดสัน
4. การทดสอบสมมติฐาน
  - 4.1 วิเคราะห์คะแนนจากแบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยการคำนวณค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) ของคะแนนรวมในแต่ละเรื่องและคะแนนรวมทั้งหมดแล้วนำมาแปรผล (กำหนดให้ระดับดี มีค่าเท่ากับ 3.41-4.20 จากช่วงมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ)
  - 4.2 วิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ และแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยสถิติ t-test dependent
  - 4.3 วิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยใช้สถิติ t – test one group

## สถิติที่ใช้ในการวิจัย

### 1. สถิติพื้นฐาน

- 1.1 หาค่าเฉลี่ย (พวงรัตน์ ทวีรัตน์.2543 : 137) โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{จากสูตร} \quad \bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

|       |           |     |                      |
|-------|-----------|-----|----------------------|
| เมื่อ | $\bar{x}$ | แทน | ค่าเฉลี่ยของคะแนน    |
|       | $\sum X$  | แทน | ผลรวมของคะแนนทั้งหมด |
|       | N         | แทน | จำนวนนักเรียนทั้งหมด |

## 1.2 หาค่าความแปรปรวนของคะแนน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 142) โดยคำนวณจากสูตร

|         |                                               |     |                                 |
|---------|-----------------------------------------------|-----|---------------------------------|
| จากสูตร | $S^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$ |     |                                 |
| เมื่อ   | $S^2$                                         | แทน | ค่าแปรปรวนของคะแนน              |
|         | $\sum X$                                      | แทน | ผลรวมของคะแนนทั้งหมด            |
|         | $\sum X^2$                                    | แทน | ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง |
|         | $N$                                           | แทน | จำนวนนักเรียนทั้งหมด            |

## 2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหาของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แต่ละชุด แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 235)

|         |                          |     |                                                 |
|---------|--------------------------|-----|-------------------------------------------------|
| จากสูตร | $IOC = \frac{\sum R}{N}$ |     |                                                 |
| เมื่อ   | $IOC$                    | แทน | ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหา |
|         | $\sum R$                 | แทน | ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ         |
|         | $N$                      | แทน | จำนวนผู้เชี่ยวชาญ                               |

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ และแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิเคราะห์เป็นรายข้อ คำนวณจากสูตร (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542:215)

|         |                   |     |                                |
|---------|-------------------|-----|--------------------------------|
| จากสูตร | $P = \frac{R}{N}$ |     |                                |
| เมื่อ   | $P$               | แทน | ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ |
|         | $R$               | แทน | จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก   |
|         | $N$               | แทน | จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด         |

|         |                                       |     |                                      |
|---------|---------------------------------------|-----|--------------------------------------|
| จากสูตร | $r = \frac{(R_H - R_L)}{\frac{N}{2}}$ |     |                                      |
| เมื่อ   | $r$                                   | แทน | ค่าอำนาจจำแนก                        |
|         | $R_H$                                 | แทน | จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง    |
|         | $R_L$                                 | แทน | จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน    |
|         | $N$                                   | แทน | จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน |



2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร K-R 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์.2542:228) โดยคำนวณจากสูตร

|         |                                                                     |     |                                                                 |
|---------|---------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------|
| จากสูตร | $r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\}$ |     |                                                                 |
| เมื่อ   | $r_{tt}$                                                            | แทน | ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ                                     |
|         | $k$                                                                 | แทน | จำนวนข้อ                                                        |
|         | $p$                                                                 | แทน | สัดส่วนนักเรียนตอบถูกต้องนักเรียนเข้าสอบทั้งหมด (n)             |
|         | $q$                                                                 | แทน | สัดส่วนนักเรียนตอบผิดต่อนักเรียนเข้าสอบทั้งหมด (n) หรือ $1 - p$ |
|         | $s_t^2$                                                             | แทน | ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ                                     |

### 3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 โดยหาค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543:137) โดยคำนวณจากสูตร

|         |                              |     |                      |
|---------|------------------------------|-----|----------------------|
| จากสูตร | $\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$ |     |                      |
| เมื่อ   | $\bar{x}$                    | แทน | ค่าเฉลี่ยของคะแนน    |
|         | $\sum X$                     | แทน | ผลรวมของคะแนนทั้งหมด |
|         | $N$                          | แทน | จำนวนนักเรียนทั้งหมด |

3.2 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 ใช้ t – test dependent (พวงรัตน์ ทวีรัตน์.2543:165) โดยคำนวณจากสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\frac{\sqrt{n \sum D^2 - (\sum D)^2}}{n - 1}}$$

|       |            |     |                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------|------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| เมื่อ | t          | แทน | ค่าที่ใช้พิจารณา t – distributions                                                                                                                                                                                                  |
|       | D          | แทน | ผลต่างของคะแนนทดสอบหลังการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับคะแนนก่อนเรียนชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์                                                                                                                                      |
|       | $\sum D$   | แทน | ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านความรู้และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับคะแนนการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านความรู้และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์           |
|       | $\sum D^2$ | แทน | ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านความรู้และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับคะแนนการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านความรู้และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ |
|       | n          | แทน | จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง                                                                                                                                                                                                   |

3.3 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 ใช้ t-test one group (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์.2526 : 168 ) โดยคำนวณจากสูตร

$$t = \frac{\bar{X} - \mu^*}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

|       |           |     |                                                      |
|-------|-----------|-----|------------------------------------------------------|
| เมื่อ | $\bar{X}$ | แทน | ค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้จากข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง        |
|       | $\mu^*$   | แทน | ค่าเฉลี่ยที่กำหนดเป็นระดับ (ในสมมติฐาน)              |
|       | s         | แทน | คะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่คำนวณได้จากกลุ่มตัวอย่าง |
|       | n         | แทน | ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง                                 |

หมายเหตุ :  $\mu$  สำหรับสมมติฐานข้อที่ 3 อยู่ในระดับดี ใช้แทนด้วยระดับ 2

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยแบ่งการดำเนินการศึกษาออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ 1) พัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยนำไปผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน 2) นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นและผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทำการทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาปีที่ 3) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนสีกัน(วัฒนานคร์อุปถัมภ์) แขวงสีกัน เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร โดยมีจุดมุ่งหมายคือ

1. ศึกษาคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม โดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน
2. ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม
3. ศึกษาจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลตามขั้นตอนการดำเนินการวิจัยซึ่งได้ผลดังนี้

#### ตอนที่ 1 การพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ที่พัฒนาขึ้น ได้ผ่านการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 8 แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

| ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์       | รายการประเมิน |                |                    |                      | ค่าเฉลี่ยโดยภาพรวม | SD.  | ระดับการประเมิน |
|-----------------------------|---------------|----------------|--------------------|----------------------|--------------------|------|-----------------|
|                             | ด้านเนื้อหา   | ด้านการใช้ภาษา | กิจกรรมวิทยาศาสตร์ | แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม |                    |      |                 |
| ชุดที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ   | 4.57          | 4.40           | 4.63               | 4.33                 | 4.48               | 0.14 | ดีมาก           |
| ชุดที่ 2 เรื่อง สิ่งแวดล้อม | 4.66          | 4.46           | 4.63               | 4.46                 | 4.55               | 0.10 | ดีมาก           |
| ภาพรวม                      | 4.62          | 4.43           | 4.63               | 4.40                 | 4.52               | 0.12 | ดีมาก           |

จากตาราง 8 แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อม โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้าน

การใช้ภาษา ด้านกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ด้านแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม ค่าเฉลี่ยโดยภาพรวมมีค่าเท่ากับ 4.62, 4.43, 4.63, 4.40 และ 4.52 ตามลำดับซึ่งอยู่ในระดับดีมาก

ตอนที่ 2 การนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน  
ศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ได้แก่

### 2.1 ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม จากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้านจากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มาเปรียบเทียบปรากฏผลดังนี้

ตาราง 9 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม  
ด้านต่างๆ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

| พฤติกรรมที่ต้องการวัด<br>(ด้านที่) | คะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้<br>(N=40) |      |                |      | $\overline{d}$ | df | t                  |
|------------------------------------|-----------------------------------------|------|----------------|------|----------------|----|--------------------|
|                                    | ก่อนเรียน                               |      | หลังเรียน      |      |                |    |                    |
|                                    | $\overline{x}$                          | SD.  | $\overline{x}$ | SD.  |                |    |                    |
|                                    |                                         |      |                |      |                |    |                    |
| 1. ด้านความรู้-ความจำ (11คะแนน)    | 5.25                                    | 1.53 | 7.53           | 1.48 | 2.28           | 39 | 10.09 <sup>*</sup> |
| 2. ด้านความเข้าใจ (12คะแนน)        | 5.63                                    | 1.51 | 8.13           | 1.45 | 2.50           | 39 | 9.70 <sup>*</sup>  |
| 3. ด้านการแสวงหาความรู้ (8 คะแนน)  | 5.30                                    | 1.44 | 6.15           | 1.29 | 0.85           | 39 | 6.49 <sup>*</sup>  |
| 4. ด้านการนำไปใช้ (9 คะแนน)        | 5.05                                    | 1.60 | 6.70           | 1.24 | 1.65           | 39 | 10.22 <sup>*</sup> |
| ภาพรวม (40 คะแนน)                  | 21.23                                   | 1.52 | 28.51          | 1.56 | 7.28           | 39 | 4.30 <sup>*</sup>  |

\* มีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 9 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ในด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การแสวงหาความรู้ และการนำไปใช้ มีความแตกต่างกัน โดยคะแนนหลังเรียนมีคะแนนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมของนักเรียน โดยภาพรวมพบว่านักเรียนที่เรียนด้วย ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงว่าการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ทำให้ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

## 2.2 ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อม

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏผลดังนี้

**ตาราง 10** เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านต่างๆ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

| ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์                     | คะแนนผลการเรียนรู้ด้าน<br>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br>(N=40) |      |           |      | $\bar{d}$ | df | t                  |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------|-----------|------|-----------|----|--------------------|
|                                                  | ก่อนเรียน                                                        |      | หลังเรียน |      |           |    |                    |
|                                                  | $\bar{x}$                                                        | SD.  | $\bar{x}$ | SD.  |           |    |                    |
|                                                  |                                                                  |      |           |      |           |    |                    |
| 1. สังเกต (5 คะแนน)                              | 3.48                                                             | 1.04 | 4.43      | 0.64 | 0.95      | 39 | 7.10 <sup>*</sup>  |
| 2. การวัด (3 คะแนน)                              | 2.50                                                             | 0.55 | 2.65      | 2.17 | 0.15      | 39 | 3.67 <sup>*</sup>  |
| 3. การคำนวณ (3 คะแนน)                            | 2.40                                                             | 0.50 | 2.80      | 0.40 | 0.40      | 39 | 5.69 <sup>*</sup>  |
| 4. การจำแนกประเภท (8 คะแนน)                      | 3.93                                                             | 1.11 | 5.30      | 1.06 | 1.37      | 39 | 7.82 <sup>*</sup>  |
| 5. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส (6 คะแนน) | 3.35                                                             | 1.02 | 4.28      | 0.96 | 0.93      | 39 | 8.06 <sup>*</sup>  |
| 6.การจัดกระทำข้อมูล (8 คะแนน)                    | 3.83                                                             | 0.90 | 4.35      | 1.02 | 0.52      | 39 | 8.41 <sup>*</sup>  |
| 7.การลงความคิดเห็น (3 คะแนน)                     | 2.28                                                             | 0.50 | 2.65      | 0.48 | 0.37      | 39 | 5.94 <sup>*</sup>  |
| 8. การพยากรณ์ (4 คะแนน)                          | 2.60                                                             | 0.63 | 2.88      | 0.51 | 0.28      | 39 | 4.84 <sup>*</sup>  |
| ภาพรวม (40 คะแนน)                                | 24.35                                                            | 1.03 | 29.28     | 3.30 | 4.93      | 39 | 11.26 <sup>*</sup> |

<sup>\*</sup> มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 10 คะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในด้านการสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา การจัดกระทำข้อมูล การลงความคิดเห็นและการพยากรณ์ พบว่าคะแนนหลังเรียนมีคะแนนสูงขึ้น แสดงว่าการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ทำให้ผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวม พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงว่าการเรียนรู้ด้านชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมทำให้ผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

### 2.3 ศึกษาจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม เมื่อนำผลคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้านจากการประเมินผล การศึกษาจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ปรากฏผลดังนี้

**ตาราง 11** คะแนนเฉลี่ยจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม

| จิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม<br>(ด้านที่)                                      | คะแนนจิตอนุรักษ์<br>สิ่งแวดล้อม (N=40) |      | เกณฑ์ที่<br>กำหนด<br>$\mu = 2$ | df | t                 |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------|--------------------------------|----|-------------------|
|                                                                          | หลังเรียน                              |      |                                |    |                   |
|                                                                          | $\bar{x}$                              | SD.  |                                |    |                   |
|                                                                          |                                        |      |                                |    |                   |
| 1. ด้านพฤติกรรมความรู้สึกรักนึกคิดต่อ<br>การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม          | 2.77                                   | 0.18 | 2                              | 39 | 2.65 <sup>*</sup> |
| 2. ด้านพฤติกรรมการแสดงออกใน<br>การรักษาสิ่งแวดล้อม                       | 2.87                                   | 0.22 | 2                              | 39 | 2.63 <sup>*</sup> |
| 3. ด้านพฤติกรรมการแสดงออกใน<br>การใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิด<br>ประโยชน์ | 2.63                                   | 0.19 | 2                              | 39 | 2.25 <sup>*</sup> |
| ภาพรวม                                                                   | 2.75                                   | 0.48 | 2                              | 39 | 2.27 <sup>*</sup> |

<sup>\*</sup>นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 11 คะแนนเฉลี่ยจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม พบว่าคะแนนเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพฤติกรรมความรู้สึกรักนึกคิดต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ด้านพฤติกรรมการแสดงออกในการรักษาสิ่งแวดล้อม พฤติกรรมแสดงออกในการใช้ ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์และโดยภาพรวมมีค่าเท่ากับ 2.65, 2.63, 2.25 และ 2.27 ตามลำดับ แสดงว่านักเรียนมีจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับดี

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยมีการศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียน โรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) แขวงสีกัน เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม
2. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม
3. เพื่อศึกษาจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่เรียนชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม

#### สมมติฐานการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีคุณภาพอยู่ในระดับดี
2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้ และผลการเรียนรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับดี

#### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) แขวงสีกัน เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 สรุปวิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้าแบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

#### ตอนที่ 1 การพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

สร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม จำนวน 2 ชุด ประกอบด้วย ชุดที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ ชุดที่ 2 เรื่องสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ทำการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ในด้านเนื้อหา ด้านการใช้ภาษา ด้านกิจกรรมวิทยาศาสตร์และแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

## ตอนที่ 2 นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

### 2.1 แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการทดลองสอน

แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการทดลองสอนได้แก่ นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) แขวงสีกัน เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 40 คน ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบจัดกลุ่ม (Cluster random sampling) จากนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์)

### 2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ได้แก่ แบบประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

2.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียน ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

2) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม เป็นแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

3) แบบวัดจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อมเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ จำนวน 30 ข้อ

### 2.3 ดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. วิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตรงของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

2. วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ( $p$ ) และอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ และผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ โดยแบบทดสอบทั้งชุดมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78 และผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร K-R 20 ของคูเคอร์ ริชาร์ดสัน โดยแบบทดสอบทั้งชุดมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84

4. การทดสอบสมมติฐาน

4.1 วิเคราะห์คะแนนจากแบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยการคำนวณค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และค่า SD. ของคะแนนรวมในแต่ละเรื่องและคะแนนรวมทั้งหมดแล้วนำมาแปรผล (กำหนดให้ระดับดี มีค่าเท่ากับ 3.41-4.20 จากช่วงมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ )

4.2 วิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ และแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยสถิติ t-test dependent

4.3 วิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยใช้สถิติ t - test one group



### สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอน สรุปได้ดังนี้

#### ตอนที่ 1 การพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย ชุดกิจกรรมทั้งหมดจำนวน 2 ชุด และผ่านการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ ทั้งหมดจำนวน 5 ท่าน พบว่าผลการประเมินมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมากซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้อยู่ในระดับดี จึงสรุปได้ว่าชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดีมาก

#### ตอนที่ 2 นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ผู้วิจัยนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอนพบว่า

1.1 การศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละด้าน พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้ซึ่งประกอบด้วย ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการแสวงหาความรู้ ด้านการนำไปใช้ และโดยภาพรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่วัดในแต่ละด้าน ทั้งด้านทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็น ทักษะการพยากรณ์ และโดยภาพรวมคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงขึ้นทุกด้านที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

1.3 การศึกษาจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม พบว่าคะแนนเฉลี่ยจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับดี ที่นัยสำคัญทางสถิติ .05 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านพฤติกรรมความรูสึกนึกคิดต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ด้านพฤติกรรมการแสดงออกในการรักษาสีงแวดล้อม ด้านพฤติกรรมการแสดงออกในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ให้เกิดประโยชน์และโดยภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับดีทั้งหมด

### อภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัยในครั้งนี้เสนอตามลำดับ ผลการศึกษาค้นคว้าดังนี้

1.คุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ที่พัฒนาขึ้นจากผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยภาพรวมมีคุณภาพเฉลี่ย 4.52 อยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจาก

ประการแรก การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ได้ดำเนินการพัฒนา ตามหลักการสร้างชุดกิจกรรมอย่างเป็นระบบโดยมีการ ศึกษาหลักการวิเคราะห์และกำหนดเนื้อหาของกิจกรรมให้ มีกรอบเหมาะสมกับผู้เรียน มีเนื้อหาต่อเนื่องกันโดยเรียงตามลำดับจากง่ายไปยาก กำหนดจุดประสงค์

การเรียนรู้ เพื่อให้เป็นแนวทางในการเขียนกิจกรรมให้เป็นไปตามแนวทางที่กำหนดและดำเนินการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ตามองค์ประกอบของชุดกิจกรรมซึ่งมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม และศึกษาค้นคว้าข้อมูลได้ด้วยตนเอง จากนั้นได้นำชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นไปผ่านการทดลองใช้กับนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย 3 คนและกลุ่มใหญ่ 9 คน เพื่อศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของการนำชุดกิจกรรมไปใช้จัดการเรียนการสอนเป็นผลให้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของจิรพรรณ ทะเขียว (2543:5-6) และเนื่อทอง นวย (2544:68-69) ที่กล่าวว่าการสร้างชุดกิจกรรมที่ดีควรมีการวางแผน กำหนดเนื้อหา จุดมุ่งหมาย สื่อการเรียนการสอน เวลาที่ใช้ พร้อมทั้งมีการวัดประเมินผล แล้วนำไปทำการทดลองใช้ เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องจะทำให้ชุดกิจกรรมมีคุณภาพเหมาะแก่การนำไปใช้สอน

ประการที่สอง ผู้วิจัยได้นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาคำตัดสินความสอดคล้อง (IOC) เพื่อตรวจสอบข้อคำถามและพฤติกรรมที่แสดงออกและความเหมาะสมของแบบวัดจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญจึงทำให้ชุดกิจกรรมดังกล่าวมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

จากที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เพชรรัตดา เทพพิทักษ์ (2545:88) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการศึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ชุดกิจกรรมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก พูลทรัพย์ โพธิ์สุ (2546:62) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชและสัตว์ ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต พบว่า ชุดกิจกรรมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และอภิญา เคนบุปผา (2546:83) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร พบว่า ชุดกิจกรรมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาทั้งหมด จึงส่งผลให้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

## 2. นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีผลการเรียนรู้ ดังนี้

ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม จากผลการวิจัยพบว่า มีคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกพฤติกรรมที่วัดทั้งด้านความรู้ – ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการเสาะแสวงหาความรู้ ด้านการนำไปใช้และโดยภาพรวม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ 3 ประการดังนี้

ประการแรก ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นได้ผ่านการตรวจสอบประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านเนื้อหา ด้านการใช้ภาษา ด้านกิจกรรมวิทยาศาสตร์และด้านแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรมซึ่งมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก จากนั้นได้นำชุดกิจกรรมไปทดลองสอนกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแต่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองจำนวน 3 คน และ 9 คนตามลำดับ แล้วนำผลการทดลองที่ได้มาทำการปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทำให้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพดี เหมาะสมที่จะนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยเหตุดังกล่าวจึงส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ประการที่สอง การเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ครูให้นักเรียนได้ศึกษา และลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง โดยการเรียนในแต่ละเรื่องมีกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง จากเนื้อหาที่ได้จัดเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เพื่อให้เกิดประสบการณ์ตรง โดยเรียนรู้จากสิ่งรอบๆ ตัวเอง จึงทำให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้จากการเรียนได้ โดยมีครูคอยช่วยเหลือชี้แนะเมื่อเกิดปัญหาขึ้นทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี เข้าใจเนื้อหา สามารถสรุปองค์ความรู้ได้อย่างถูกต้อง (อัจฉรา สุธรรมณ. ม.ป.ป. : 6 ; อ้างอิง John Dewey.) การเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง มีการลดบทบาทของครูผู้สอนลง เป็นการพัฒนาความคิดรวบยอดในตัวผู้เรียนอาจจะทำด้วยตัวนักเรียนเอง ด้วยการแสวงหาความรู้และการปฏิบัติการทดลองทำให้นักเรียนเรียนรู้และสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ ขึ้นมาเองได้ ส่งผลทำให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สกาว แสงอ่อน (2546:77) ศึกษาพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง สับปะรดในท้องถิ่นในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์แต่ละชุดเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ศึกษาและลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง อย่างมีความสุข จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้สามารถสร้างความเข้าใจด้วยตนเองได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของอภิญญา เคนบุปผา (2546:85-86) ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สาร และสมบัติของสาร พบว่าผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองเป็นการศึกษาให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทดลองจริงและสร้างความภาคภูมิใจให้กับนักเรียนซึ่งสอดคล้องกับ หลักการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์

ประการที่สาม ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นได้นำไปใช้ร่วมกับแหล่งเรียนรู้รอบๆ โรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) ซึ่งจัดว่าเป็นแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นที่เหมาะสมกับชุดกิจกรรมดังกล่าว ของ วาสนา ชาวหา (2538 : 18-19 ) ได้กล่าวว่า การเลือกแหล่งเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ควรเลือกให้สอดคล้อง และเหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรม ส่วนนักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง การเดินทางสะดวกปลอดภัย และคล่องตัวในการไปใช้ประโยชน์ ประหยัดเวลา สามารถไปใช้ประโยชน์จากแหล่งการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยไม่กระทบกระเทือนเวลาเรียนปกติ ทั้งนี้การใช้ประโยชน์จากแหล่งการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง เข้าใจสิ่งที่ศึกษาได้ง่ายขึ้น ช่วยเสริมแรงให้อยากเรียนมากขึ้น ทำให้เกิดมโนคติที่ถูกต้อง ทำให้คุ้นเคยและเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุมาลี โชติขุ้ม (2544 : 85) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความร่วมมือกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าระดับดี นฤมล ศรีวิเศษ (2546 : 97) ได้ศึกษาการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และชุดการเรียนรู้แบบศูนย์การเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องกลไกมนุษย์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าระดับดี

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อม มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

แต่จากการทดลองสอนมีข้อสังเกตที่น่าสนใจเนื่องจากจำนวนคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนที่เพิ่มขึ้นมีค่าความแตกต่างไม่มากนักน่าจะมาจากหลายสาเหตุด้วยกัน คือ

ประการแรก นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองซึ่งเป็นนักเรียนในช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 เป็นนักเรียนที่ไม่ได้สอบคัดเลือก แต่เป็นนักเรียนที่สมัครเข้าเรียนในเงื่อนไขเป็นนักเรียนในเขตพื้นที่การศึกษา นักเรียนส่วนใหญ่ซึ่งมีผลการเรียนรู้

ทั่วไปอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างอ่อน ทำให้ผลการเรียนรู้จากการเรียนชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าไม่แตกต่างกันมาก

ประการที่สอง นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้ แบ่งตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการเสาะแสวงหาความรู้ และด้านการนำไปใช้ปรากฏผล คือ ด้านความรู้-ความจำและด้านความเข้าใจคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันเล็กน้อย น่าจะมีเหตุผลเนื่องมาจากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมุ่งเน้นให้นักเรียนเรียนรู้โดยค้นคว้าด้วยตนเองและมุ่งเน้นให้นักเรียนฝึกกระบวนการคิดเพื่อนำองค์ความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา สิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อมเป็นจุดมุ่งหมายหลักของการสร้างชุดกิจกรรมในครั้งนี้ จึงส่งผลให้การวัดพฤติกรรมด้านความรู้-ความจำ และด้านความเข้าใจมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนไม่เพิ่มขึ้นมากเท่าที่ควร แต่ส่งผลให้พฤติกรรมด้านการเสาะแสวงหาความรู้และด้านการนำไปใช้ คะแนนหลังเรียนสูงขึ้นมากกว่าอีก 2 ด้านที่กล่าวไปแล้ว

ประการที่สาม แบบทดสอบที่ใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ซึ่งวัดพฤติกรรม 4 ด้าน ประกอบด้วยด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการเสาะแสวงหาความรู้และด้านการนำไปใช้มีสัดส่วน จำนวนข้อไม่เท่ากัน โดยวัดความรู้-ความจำ จำนวน 11 ข้อ ด้านความเข้าใจ จำนวน 12 ข้อ ด้านการเสาะแสวงหาความรู้ จำนวน 8 ข้อ และด้านการนำไปใช้จำนวน 9 ข้อ ส่งผลให้การวัดนี้มีความคลาดเคลื่อนบ้างและอาจส่งผลให้คะแนนหลังเรียนและก่อนเรียนมีความแตกต่างกันไม่มากนัก

3. ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม จากผลการวิจัยพบว่ามีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกๆทักษะที่วัด คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัดทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็น และทักษะการพยากรณ์ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมที่พัฒนาขึ้นเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง จากกิจกรรมต่างๆในแต่ละเรื่องของชุดกิจกรรม นักเรียนได้ศึกษาขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมจากชุดกิจกรรมที่ได้เรียน มีการบันทึกผลและสรุปผลจากกิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งขณะที่ทำกิจกรรมนักเรียนมีความสนใจ ซึ่งในขั้นตอนการทำกิจกรรมเป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสได้พัฒนาความคิด และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการปฏิบัติจริง และได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นผลทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงขึ้น ดังที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544:9-10) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อให้เกิดการพัฒนาด้านสติปัญญา นำไปสู่การคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และเป็นคนช่างสังเกต รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล แก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีระบบ และรู้จักค้นคว้าหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเนือทอง นായി (2544:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน พบว่า ความสมารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอน โดยครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ

พูลทรัพย์ โพธิ์สุ (2546:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องพืชและสัตว์ ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 พบว่าผลการเรียนรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เหตุผลดังที่กล่าวมาทั้งหมด จึงทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม มีผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมที่พัฒนาขึ้น มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนในเรื่องของระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นมีการปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ดังนั้นการศึกษาดังกล่าวส่งเสริมให้เกิดทักษะแต่ละทักษะมากน้อยแตกต่างกัน ซึ่งส่วนใหญ่การศึกษาระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมมีความจำเป็นต้องใช้ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการวัดและทักษะการสังเกตตามลำดับ เช่น การสำรวจระบบนิเวศใดระบบนิเวศหนึ่ง นักเรียนจะต้องจำแนกสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพ ต้องมีการใช้ทักษะการวัดเพื่อบอกจำนวนสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในระบบนิเวศนั้นๆ และนอกจากนี้นักเรียนต้องมีทักษะการสังเกต เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้นๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการทำกิจกรรม ดังนั้นคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนทั้ง 3 ทักษะนี้จึงมีความแตกต่างกันค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา ทักษะการ จัดกระทำข้อมูล ทักษะการคำนวณ ทักษะการลงความคิดเห็น และทักษะการพยากรณ์ จึงส่งผลให้คะแนน ก่อนเรียนและหลังเรียนของทักษะเหล่านี้ไม่แตกต่างกันมาก ดังนั้นในการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ควรออกแบบกิจกรรมให้มีเนื้อหาส่งเสริมการฝึกทักษะเหล่านี้ให้มากขึ้นจะทำให้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีการส่งเสริมให้มีการฝึกทักษะครอบคลุมทั้ง 8 ทักษะ ได้มากยิ่งขึ้น 4. การศึกษาจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม พบว่านักเรียนมีจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าจัดอยู่ในระดับดี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนแยกเป็นรายด้าน ได้แก่ ด้านพฤติกรรมความรู้สึกนึกคิดต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ด้านพฤติกรรมการแสดงออกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ด้านพฤติกรรมการแสดงออกในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ และโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจาก

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมที่พัฒนาขึ้น ได้ส่งเสริมให้เกิดจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอยู่ตลอดเวลา โดยชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นได้จัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการสำรวจด้วยตนเองมีการปฏิบัติจริง ส่งผลให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ เพื่อวินิจฉัยข้อมูลอย่างถี่ถ้วนเกี่ยวกับสิ่งที่ได้รับรู้และแสดงออกมาเป็นความรู้สึกชอบ-ไม่ชอบ ชื่นชม-ไม่ชื่นชม ประทับใจ-ไม่ประทับใจต่อสิ่งนั้นๆ ซึ่งสอดคล้องกับองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ตามแนวทางของ อัลพอร์ต (ศักดิ์สุนทรเสณี 2531:4-5; อ้างอิง Allport.1962 : 614) ซึ่งกล่าวไว้ว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม คือ 1) องค์ประกอบด้านความรู้ เกิดจากการที่บุคคลได้รับความรู้พอที่จะวินิจฉัยข้อมูลต่างๆได้อย่างละเอียดถี่ถ้วนแล้วสามารถสรุปออกมาเป็นความรู้สึก 2) องค์ประกอบด้านความรู้สึก เป็นความรู้สึกที่เกิดจากการเร้าด้วยความรู้ นั้น ทำให้มีความรู้สึกนิยมชมชอบ ไม่นิยมชมชอบ 3) องค์ประกอบด้านแนวโน้มในเชิงพฤติกรรมและการกระทำเป็นพฤติกรรมของคนที่รับความรู้ ความเข้าใจ แล้วทำให้แสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งนั้นๆ ทางใดทางหนึ่ง ได้แก่ สนับสนุน ส่งเสริม ทำลายหรือขัดขวาง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤษณา บุญคุ้ม (2534:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการสอนโดยวิธีการสำรวจสิ่งแวดล้อมที่มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่าเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนจากการสอนโดยการสำรวจสิ่งแวดล้อม หลังเรียนสูงกว่า

ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทิพาพรรณ ก. บัวเกษร (2542: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง กับการสอนแบบค้นพบโดยวิธีชี้แนะผลการศึกษา พบว่าเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการค้นพบด้วยตนเองมีระดับคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบค้นพบโดยวิธีชี้แนะ

### ข้อเสนอแนะ

#### ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไปใช้ ควรศึกษาคู่มือครูประกอบการสอนชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ให้เข้าใจก่อน
2. ครูผู้สอนสามารถนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมไปใช้สอนกับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ควรใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายและเหมาะสมมาประกอบในการสอน อย่างเช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม ควรมีสื่ออินเทอร์เน็ต (Internet) เพื่อค้นหาความรู้เพิ่มเติมและนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการคิดวิเคราะห์ เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป
3. ในขณะที่ทำกิจกรรมครูผู้สอนควรดูแลให้คำแนะนำช่วยเหลือนักเรียนเมื่อมีปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอยู่ตลอดเวลา
4. เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม ครูผู้สอนควรยืดหยุ่นตามความเหมาะสมตามระดับความสามารถของนักเรียน แต่ไม่ควรมากเกินไปอาจจะทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายได้ ควรเน้นให้นักเรียนทำกิจกรรม เพื่อค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนคิดวิเคราะห์และให้เห็นความสัมพันธ์ของระบบนิเวศและปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น
5. ในการนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอาจปรับแหล่งเรียนรู้ให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนและชุมชนของนักเรียนเอง
6. การจัดกิจกรรมควรเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีให้พร้อม และครูควรเตรียมความพร้อมให้นักเรียนมีทักษะการให้อุปกรณ์อย่างคล่องแคล่วในบางการทดลองที่มีขั้นตอนการทดลองยุ่งยาก
7. ในการจัดกิจกรรมส่งเสริมจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมครูควรชี้แนะนักเรียน ควรมีกรณีตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนเกิดจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เช่น กรณีศึกษาการทอดผ้าป่าขยะ การเปลี่ยนขยะให้เป็นเงิน เป็นต้น

#### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ในสาระการเรียนรู้อื่นๆ ตามระดับช่วงชั้นต่างๆ เช่น สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต เป็นต้น
2. ควรศึกษาผลการเรียนรู้จากการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมกับตัวแปรอื่น เช่น การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยการประเมินตามสภาพจริง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

3. ควรมีการศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ โดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย และการทำผังมโนทัศน์ควบคู่กับการประเมินแบบปรนัย เพื่อช่วยให้การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น

4. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควรมีจำนวนข้อใกล้เคียงกัน เพื่อให้ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

5. ควรมีการศึกษาผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้ครบทั้ง 13 ทักษะ เพื่อช่วยให้การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความครอบคลุมยิ่งขึ้น

6. แบบทดสอบวัดจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม ควรใช้แบบทดสอบแบบประมาณค่า 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และต้องปรับปรุง จะทำให้ได้ผลการประเมินชัดเจนยิ่งขึ้น

7. ควรมีการจัดทำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบใหม่ในรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและสื่อดแทรกเกมส์ที่เหมาะสมกับวัยของนักเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่หลากหลายและเหมาะสมกับผู้เรียน

บรรณานุกรม



## บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ กรมวิชาการ. (2539) คู่มือการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาเรื่องขยะและการนำกลับมาใช้ใหม่.

กรุงเทพฯ : กระทรวงฯ.

กระทรวงศึกษาธิการ กรมวิชาการ. “แหล่งเรียนรู้และศูนย์การเรียนรู้.” วารสารการศึกษา. กรุงเทพฯ :

25(6) : 4-11.

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.(2542).คู่มือกฎหมายสิ่งแวดล้อมสำหรับประชาชน มลพิษอื่นและของเสียอันตราย. ฝ่ายพัฒนาและผลิตสื่อ กองส่งเสริมและเผยแพร่.

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2535). พระราชบัญญัติ ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.

กฤษณา บุญคุ้ม. (2534). การศึกษาผลของการสอนโดยวิธีการสำรวจสิ่งแวดล้อมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6.ปริญญาโท กศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

เกษม จันทรแก้ว. (2545). การจัดการสิ่งแวดล้อมแบบผสมผสาน.กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เกษม จันทรแก้ว. (2542). วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์. (2525). ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย.

คณะอนุกรรมการการปฏิรูปการเรียนรู้. (2544). ปฏิรูปการเรียนรู้ผู้เรียนสำคัญที่สุด. ปทุมธานี : สกายบุ๊กส์.

จิรพรรณ ทะเขียว. (2543). การเปรียบเทียบทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์การสอน วิทยาศาสตร์.วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จิระภา เจริญผล. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติและการตัดสินใจต่อการอนุรักษ์ สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบบูรณาการ ตามทฤษฎีสมรรถนะ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จิราภรณ์ ตรีพันธ์. (2540). ผลการใช้ชุดกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง ไฟฟ้าและ เครื่องอำนวยความสะดวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.ถ่ายเอกสาร.

ชลลิต จันทาสี. (2543). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุด กิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ชัยพนธ์ รังงาม. “แหล่งเรียนรู้เพื่อคนรู้รอบ URL to be Educatedman,” วารสารวิทยบริการ. 10(2)

ชัยยศ อิ่มสุวรรณ์. “แหล่งเรียนรู้ตลอดชีวิต,” วารสารการศึกษานอกโรงเรียน. 4(6)

- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542). การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2526). วิจัยทางสถิติสำหรับการวิจัย. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก.
- \_\_\_\_\_. (2542). การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ:ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทิพาพรรณ ก. บัวเกษร. (2542). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง กับการสอนแบบค้นพบโดยมีการชี้แนะ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(การประถมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ธิดารัตน์ ไบสูงเนิน. (2543). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตจากชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ที่มีกิจกรรมกลุ่มร่วมมือที่แตกต่างกัน.วิทยานิพนธ์ ค.บ. (โสตทัศนศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- นิจอพร สุขสวัสดิ์อำนวย. (2541).การศึกษาการใช้แหล่งวิทยาการในชุมชนประกอบการเรียนการสอน วิชาชีววิทยาในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 10. วิทยานิพนธ์ ค.บ. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.ถ่ายเอกสาร.
- นฤมล ศรีวิเศษ. (2546). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้และชุดการเรียนรู้แบบศูนย์การเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องกลไกมนุษย์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- นุศรา เอี่ยมนวลรัตน์. (2542). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอน โดยครูเป็นผู้สอน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เนื่อทอง น่ายี. (2544). ผลการใช้ชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญเกื้อ คอระหาเวช. (2545). นวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ : หจก. SR Printing.
- บุญยิ่ง วรรณศิริกุล. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประจักษ์ บุญอารีย์. การใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นเพื่อการศึกษา. วารสารคณะครุศาสตร์ คุรุทัศน์ สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี. 16(1) .

- ประพจน์ ศีลพิพัฒน์. (2540). การศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ในค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปิยะพงษ์ สุริยะพรหม. (2546). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่องป่าชุมชน เพื่อส่งเสริมเจตคติต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปรีชา สุวรรณพินิจ และ นางลักษณ์ สุวรรณพินิจ. (2544). ชีวิตในระบบนิเวศ. กรุงเทพฯ : องค์การคำของครูสภา
- ปรีชา สุวรรณพินิจ และ นางลักษณ์ สุวรรณพินิจ. (2546). ชีวิตวิทยา 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เปรมวดี รักชาติ. (2539). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการทางเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิชญ์ธิดา ธีราโมกษ์. (2548). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาโดยใช้ประโยชน์จากศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา เอกมัย. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เพชรรัตดา เทพพิทักษ์. (2545). การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง เทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อการดำรงชีวิตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พูลทรัพย์ โพธิ์สุ. (2546). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชและสัตว์ ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ภพ เลหาไพบุณย์. (2531). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, เล่ม 1.
- มนัส บุญประกอบ. (2533, มกราคม-มีนาคม). "ยุทธศาสตร์ใหม่ทางการศึกษา : แผนภูมิโมโนทัศน์" วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 18(69):26-29.
- มยุรา ก่อบุญ. (2544). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นการสอนโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานและสารเคมี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- แมน เชื้อบางแก้ว. (2532). การสร้างชุดกิจกรรมการประดิษฐ์อุปกรณ์จากวัสดุเหลือใช้ประเภทแก้วเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการ เจตคติและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

- ยุพา วีระไวทยะ และ ปรีชา นพคุณ. (2540). *สอนวิทยาศาสตร์แบบมีอาชีพ*. กรุงเทพฯ:มูลนิธิ  
สตศรีสุภะดีวงศ์.
- ราชบัณฑิตสถาน. (2525). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน*. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.
- ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ. (ม.ป.ป.). *กิจกรรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม การรีไซเคิล เพื่อประหยัดพลังงาน*.  
กรุงเทพฯ : นานมีบุ๊คส์ จำกัด.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ.(2540). *การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ*. กรุงเทพฯ :สถาบันพัฒนา  
คุณภาพวิชาการ(พว.).
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2532). *กิจกรรมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู*.  
กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- วลีพร จินดา. (2542). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทาง  
วิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง พืชและสัตว์ของนักเรียนประถมศึกษา  
ปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนที่ใช้รูปแบบการสอนในกลุ่ม Information Processing Model  
กับการสอนตามปกติ*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.  
ถ่ายเอกสาร.
- วัฒนา สิงหาวัฒน์. (2533). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทาง  
วิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยการใช้  
ชุดการสอนกับการสอนตามปกติ*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย  
ขอนแก่น.ถ่ายเอกสาร.
- วาสนา ขาวหา.(2525) . *เทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ : อักษรสยามการพิมพ์.
- วิไลพร คำเพราะ.(2538). *ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในกลุ่ม  
สร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรม  
การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา)*. กรุงเทพฯ :  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วาสนา ขาวหา. (2525). *เทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ : อักษรสยามการพิมพ์.
- วินัย วีระวัฒนานนท์. (2546). *การพัฒนาโรงเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษา*. กรุงเทพฯ : สถาบันสิ่งแวดล้อมและ  
ทรัพยากร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศักดิ์ สุนทรเสณี. (2531). *เจตคติ*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์รุ่งวัฒนา.
- ศรีเพชร เสมศรี. (2526). *แหล่งวิทยาการชุมชนทางวิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น  
จังหวัดสมุทรปราการ*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.  
ถ่ายเอกสาร.
- ศิริพร ทิพย์สิงห์. (2545). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนเรื่อง “ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม” โดยใช้ประโยชน์จาก  
แหล่งประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์บริเวณชุมชนวัดประดิษฐาราม กรุงเทพมหานคร*.  
วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา) กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.



- สุรวิทย์ ศรีพล. (2540). เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสังกัดคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ เขตการศึกษา 11. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.ถ่ายเอกสาร.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1. กรุงเทพฯ
- สุนทรี วัฒนพันธุ์. (2535). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.
- สวัสดิ์ โนนสูง. (2543)ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- อัจฉรา สุขารมณ. (ม.ป.ป.). พื้นฐานทางจิตวิทยาของการศึกษา. กรุงเทพฯ : ถ่ายเอกสาร.
- อนงค์ บุตรวงศ์. (2544). ผลการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นแหล่งวิทยาการในชุมชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.ถ่ายเอกสาร.
- อนุวัฒน์ ลือศิริวัฒนา. (2542). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริม กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต โดยใช้ชุดการสอนซ่อมเสริมกับการสอนซ่อมเสริมตามปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.
- อภิญา เคนบุผา. (2546). การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา).กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.
- Bitgood, S. (1991,January/February ). *What do we know about school field trips ? What research says...* ASTC Newsletter , ,pp. 5 – 6 ,8.
- Ford. B.C. (1976, April) "An Evaluation of Creativity Training Activity With Mentally Retarded Youngster", *Dissertation Abstracts International*. 36 : 6598-A .
- Gagne, R.M. and Brigg. L.J.(1977) *Principle of Instructional Design*. New York : Holt, Rinehart & Winston.
- Haladyna,I,And J. Shaughnessy. (1982, April ) "Attitude Toward Science : A Quantitative Synthesis," *Science Education*" 66(4) : 547 – 563.
- McMillan,J.H. and M.J.May. (1979, May )"A Study of Factors Influencing Attitudes toward Science of Junior High School Students,"*Journal of Research in Science Teaching*. 16(3) : 217 – 222.
- Ramey – Gassert, L,and others. (1994) "Reexamining Connections : Museums as Science Learning Environments",*Science Education*. 78(4) ; 345 – 363.
- Wilson,Cynthia Lovise.(1989,August)."An Analysis of a Direct Instruction Progran in Teaching Word Poblom-solving to Leaming Disabled Students".*Dissertation Abstracted International*.50(02A):416.

ภาคผนวก

#### ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์



### รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

การตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ ได้รับความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบและเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ ดังมีรายนามต่อไปนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์นัทศน์ ฝึกเจริญผล  
ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
2. รองศาสตราจารย์ทรงศนียา ศักดิ์ดี  
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์  
ภาควิชาวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. อาจารย์ ดร.สุนันทา มั่นสมงคล  
ครูผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม)
5. อาจารย์สุธี เหลืองมณีเวช  
ครูผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์)

ที่ ศธ 0519.12/6067



บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

17 สิงหาคม 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ และแบบประเมิน

เนื่องด้วย นางสาวอรอนงค์ ฟ้าทอง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3” โดยมี อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก และ อาจารย์ธำนิษฐ์ ปัญญาวัฒนากุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย ขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิทัศน์ ผักเจริญผล เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม และ แบบประเมินการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวอรอนงค์ ฟ้าทอง และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพ็ญศิริ จีระเชชากุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ มือถือ 06-6212958



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ    บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5731

ที่    ศธ 0519.12/5466

วันที่    ๙๘ กรกฎาคม 2548

เรื่อง    ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน    คณะบดีคณะวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวอรอนงค์ ฟ้าคนอง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม” โดยมี อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก และ อาจารย์ธำนิทร์ ปัญญาวัฒนากุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์ ัญญพงษ์ เจริญทิพย์ และ รองศาสตราจารย์พรรณิยา สักลิตี เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบ เรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม และแบบประเมินชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวอรอนงค์ ฟ้าคนอง และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพ็ญศิริ จิระเชษฐกุล)

คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5731

ที่ ศธ 0519.12/๒๔๒๕

วันที่ 17 สิงหาคม 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณะบดีคณะศึกษาศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวอรอนงค์ ฟ้าคนอง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3” โดยมี อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก และ อาจารย์ชานินทร์ ปัญญาวัฒนากุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย ขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์นภา ศรีโพธิ์โรจน์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม และ แบบประเมินการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวอรอนงค์ ฟ้าคนอง และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพ็ญศิริ จิระเชษฐกุล)

คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5731

ที่ ศบ 0519.12/54464

วันที่ ๙ กรกฎาคม 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)

เนื่องด้วย นางสาวอรอนงค์ ฟ้าทอง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม” โดยมี อาจารย์สมปรารถนา วงษ์บุญหนัก และ อาจารย์ชานินทร์ ปัญญาวัฒนกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์สุนันทา มนัสมงคล เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม และแบบประเมินชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวอรอนงค์ ฟ้าทอง และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพ็ญศิริ จิระเชษฐกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ศธ 0519.12/5466



บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๐ กรกฎาคม 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสีกัน (วัฒนานันท์อุปถัมภ์)

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ และแบบประเมิน

เนื่องด้วย นางสาวอรอนงค์ ฟ้าคนอง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม” โดยมี อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก และ อาจารย์ธำนิษฐ์ ปัญญาวัฒนากุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์สุธี เหลืองมณีเวช เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม และแบบประเมินชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวอรอนงค์ ฟ้าคนอง และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพ็ญศิริ จีระเชษฐกุล)

กณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 02-5661456 ต่อ 116



ที่ ศธ 0519.12/๒๔๖๓



บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
สุโขทัย 23 กรุงเทพฯ 10110

5 กันยายน 2548

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสีกัน (วัฒนานครที่อุปถัมภ์)

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม และแบบทดสอบ

เนื่องด้วย นางสาวอรอนงค์ ฟ้าคนอง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3” โดยมี อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก และ อาจารย์ธำนิษฐ์ ปัญญาวัฒนกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในกรณีนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขอทำการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 คน คอบแบบสอบถาม เรื่อง จิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และแบบทดสอบ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ในระหว่างเดือนกันยายน - พฤศจิกายน 2548

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวอรอนงค์ ฟ้าคนอง ได้เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพ็ญศิริ จีระเชชากุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์มือถือ 06-6212958

## ภาคผนวก ข

- แบบประเมินดัชนีสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินดัชนีสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมิน แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมิน แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมิน แบบสอบถามวัดจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ



แบบประเมินดัชนีสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับชุดกิจกรรม  
วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3  
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อเรื่อง

การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียน  
ช่วงชั้นที่ 3

ชื่อผู้วิจัย

นางสาวอรอนงค์ ฟ้าคนอง วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตร

อาจารย์ ดร. สมปรรธนา วงศ์บุญหนัก ประธาน

อาจารย์ ธาณินทร์ ปัญญาวัฒนากุล กรรมการ

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-สกุล (ผู้เชี่ยวชาญ).....

ตำแหน่ง.....วุฒิการศึกษา.....

สถานที่ทำงาน.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

**แบบประเมินดัชนีสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับชุดกิจกรรม  
วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3  
โดยผู้เชี่ยวชาญ**

### วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์กับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) เขตดอนเมือง กรุงเทพฯ

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ หมายถึง สื่อการเรียนการสอน ซึ่งเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยในแต่ละชุดกิจกรรมประกอบด้วย ชื่อกิจกรรม คำชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ ใบความรู้ ใบงาน และแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

### คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วยชุดกิจกรรมทั้งหมด 2 ชุด ดังนี้

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ

เรื่องที่ 1 ระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 1 สำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 2 บทบาทของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน

เรื่องที่ 2 สิ่งมีชีวิตในน้ำ

เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ตอนที่ 1 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในบริเวณบ้านและชุมชน

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน

เรื่องที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 2 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพบริเวณคลองหน้าโรงเรียน

เรื่องที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต

เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต

เรื่องที่ 4 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน

โปรดประเมินและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ชุด โดยของความกรุณาเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่านดังนี้

+1 หมายถึง สอดคล้อง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

**แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับ  
ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับช่วงชั้นที่ 3  
โดยผู้เชี่ยวชาญ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ**

โปรดพิจารณาประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และใช้แนะนำสำหรับเป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ โดยของความอนุเคราะห์เขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องความคิดเห็นของท่าน

| ชุดกิจกรรม<br>วิทยาศาสตร์                                                                                                                                                                                                                                                                                     | เนื้อหา                                                                                                                                                                                                    | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ระดับความ<br>คิดเห็น |   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---|----|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | +1                   | 0 | -1 |
| <u>ชุดกิจกรรม เรื่อง</u><br><u>ระบบนิเวศ</u><br>เรื่องที่ 1 ระบบ<br>นิเวศในบริเวณ<br>โรงเรียน<br>ตอนที่ 1 สำรวจ<br>ระบบนิเวศใน<br>บริเวณโรงเรียน<br>ตอนที่ 2 บทบาท<br>ของสิ่งมีชีวิตใน<br>บริเวณโรงเรียน<br>เรื่องที่ 2 สิ่งมีชีวิต<br>ในน้ำ<br>เรื่องที่ 3 ความ<br>สัมพันธ์ของ<br>สิ่งมีชีวิตในเชิง<br>อาหาร | - ระบบนิเวศและประเภทของ<br>ระบบนิเวศ<br>- กลุ่มสิ่งมีชีวิต<br>- แหล่งที่อยู่<br>- บทบาทของสิ่งมีชีวิต<br><br>ส่องดูสิ่งมีชีวิตในน้ำด้วยกล้อง<br>จุลทรรศน์<br>ความสัมพันธ์ของการถ่ายทอด<br>พลังงานโดยการกิน | 1. อธิบายความหมายของระบบ<br>นิเวศ กลุ่มสิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่<br>และประเภทของระบบนิเวศได้<br>2. สำรวจและจำแนกระบบนิเวศ<br>ในบริเวณโรงเรียนได้<br>3. บอกบทบาทหน้าที่ของ<br>สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้<br><br>สำรวจสิ่งมีชีวิตระบบนิเวศในน้ำ<br>ได้<br>อธิบายความสัมพันธ์ของ<br>สิ่งมีชีวิตในเชิงอาหาร |                      |   |    |

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

**แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับช่วงชั้นที่ 3**  
**โดยผู้เชี่ยวชาญ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน**

โปรดพิจารณาประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และใช้แนะนำสำหรับเป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ โดยของความอนุเคราะห์เขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องความคิดเห็นของท่าน

| ชุดกิจกรรม<br>วิทยาศาสตร์                                    | เนื้อหา                                         | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                                    | ระดับความคิดเห็น |   |    |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---|----|
|                                                              |                                                 |                                                                                                                          | +1               | 0 | -1 |
| ชุดกิจกรรม เรื่อง<br><u>สิ่งแวดล้อมใน</u><br><u>โรงเรียน</u> |                                                 |                                                                                                                          |                  |   |    |
| เรื่องที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพในบริเวณโรงเรียน    | สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพ                   | 1. สามารถอธิบายความหมายของสิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพได้<br>2. สามารถจำแนกสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพได้ |                  |   |    |
| ตอนที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพในบริเวณโรงเรียน                |                                                 |                                                                                                                          |                  |   |    |
| ตอนที่ 2 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพบริเวณคลองหน้าโรงเรียน          |                                                 |                                                                                                                          |                  |   |    |
| เรื่องที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต     | ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต        | เข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกันได้                                                                         |                  |   |    |
| เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต  | ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต | เข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต                                                               |                  |   |    |

| ชุดกิจกรรม<br>วิทยาศาสตร์                                | เนื้อหา                | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                        | ระดับความ<br>คิดเห็น |   |    |
|----------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---|----|
|                                                          |                        |                                                                              | +1                   | 0 | -1 |
| เรื่องที่ 4 การ<br>อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม<br>บริเวณโรงเรียน | การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม | เข้าใจสภาพปัญหาสิ่งแวดล้อม<br>และวิธีการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม<br>ในท้องถิ่นได้ |                      |   |    |

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

แบบประเมินระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์  
เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3  
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อเรื่อง

การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียน  
ช่วงชั้นที่ 3

ชื่อผู้วิจัย

นางสาวอรอนงค์ ฟาคนอง วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมปริญญาโท

อาจารย์ ดร. สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก ประธาน

อาจารย์ ธาณินทร์ ปัญญาวัฒนากุล กรรมการ

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-สกุล (ผู้เชี่ยวชาญ).....

ตำแหน่ง.....วุฒิการศึกษา.....

สถานที่ทำงาน.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

**แบบประเมินระหว่างจุดประสงค์กับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์**  
**เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3**  
**โดยผู้เชี่ยวชาญ**

### วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินระหว่างจุดประสงค์กับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนสีกัน (วัฒนานันท์อุปถัมภ์) เขตดอนเมือง กรุงเทพฯ

คุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหา การใช้ภาษา และกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดี โดยใช้แบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยแบ่งเกณฑ์ระดับการประเมินเป็น 5 ระดับ ตามมาตราส่วนประมาณค่า คือ 5 , 4 , 3 , 2 และ 1 ซึ่งหมายถึง ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุงตามลำดับ

### คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วยชุดกิจกรรมทั้งหมด 2 ชุด ดังนี้

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ

เรื่องที่ 1 ระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 1 สำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 2 บทบาทของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน

เรื่องที่ 2 สิ่งมีชีวิตในน้ำ

เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ตอนที่ 1 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในบริเวณบ้านและชุมชน

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน

เรื่องที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 2 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพบริเวณคลองหน้าโรงเรียน

เรื่องที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต

เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต

เรื่องที่ 4 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน



โปรดประเมินและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ชุด โดยของความกรุณาเขียนเครื่องหมาย 3 ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่านดังนี้

- 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

**แบบประเมินระหว่างจุดประสงค์กับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์**  
**เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับช่วงชั้นที่ 3**  
**ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ**

โปรดพิจารณาประเมินคุณภาพและใช้แนะนำสำหรับเป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ โดยของความอนุเคราะห์เขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องความคิดเห็นของท่าน

| ชุดกิจกรรม<br>วิทยาศาสตร์                                                                                                                                                                                                                                                                                     | เนื้อหา                                                                                                                                                                                                               | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ระดับความคิดเห็น |   |   |   |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---|---|---|---|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |
| <u>ชุดกิจกรรม เรื่อง</u><br><u>ระบบนิเวศ</u><br>เรื่องที่ 1 ระบบ<br>นิเวศในบริเวณ<br>โรงเรียน<br>ตอนที่ 1 สำรวจ<br>ระบบนิเวศใน<br>บริเวณโรงเรียน<br>ตอนที่ 2 บทบาท<br>ของสิ่งมีชีวิตใน<br>บริเวณโรงเรียน<br>เรื่องที่ 2 สิ่งมีชีวิต<br>ในน้ำ<br>เรื่องที่ 3 ความ<br>สัมพันธ์ของ<br>สิ่งมีชีวิตในเชิง<br>อาหาร | - ระบบนิเวศและประเภท<br>ของ<br>ระบบนิเวศ<br>- กลุ่มสิ่งมีชีวิต<br>- แหล่งที่อยู่<br>- บทบาทของสิ่งมีชีวิต<br><br>ส่งดูสิ่งมีชีวิตในน้ำด้วย<br>กล้อง<br>จุลทรรศน์<br>ความสัมพันธ์ของการ<br>ถ่ายทอด<br>พลังงานโดยการกิน | 1. อธิบายความหมายของระบบ<br>นิเวศ กลุ่มสิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่<br>และประเภทของระบบนิเวศได้<br>2. สำรวจและจำแนกระบบนิเวศ<br>ในบริเวณโรงเรียนได้<br>3. บอกบทบาทหน้าที่ของ<br>สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้<br><br>สำรวจสิ่งมีชีวิตระบบนิเวศในน้ำ<br>ได้<br>อธิบายความสัมพันธ์ของ<br>สิ่งมีชีวิตในเชิงอาหาร |                  |   |   |   |   |

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

แบบประเมินระหว่างจุดประสงค์กับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์  
เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับช่วงชั้นที่ 3  
ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน

โปรดพิจารณาประเมินคุณภาพและใช้แนะนำสำหรับเป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง  
ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ โดยของความอนุเคราะห์เขียนเครื่องหมาย / ลงใน  
ช่องความคิดเห็นของท่าน

| ชุดกิจกรรม<br>วิทยาศาสตร์                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | เนื้อหา                                                                                                                                                                                      | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ระดับความคิดเห็น |   |   |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---|---|---|---|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |
| ชุดกิจกรรม เรื่อง<br><u>สิ่งแวดล้อมใน<br/>โรงเรียน</u><br><br>เรื่องที่ 1 สิ่งแวด<br>ล้อมทางกายภาพ<br>และชีวภาพใน<br>บริเวณโรงเรียน<br>ตอนที่ 1 สิ่งแวด<br>ล้อมทางกายภาพ<br>ในบริเวณโรงเรียน<br>ตอนที่ 2 สิ่งแวด<br>ล้อมทางกายภาพ<br>บริเวณคลองหน้า<br>โรงเรียน<br><br>เรื่องที่ 2 ความ<br>สัมพันธ์ระหว่าง<br>สิ่งมีชีวิตกับสิ่งมี<br>ชีวิต<br><br>เรื่องที่ 3 ความ<br>สัมพันธ์ระหว่าง<br>สิ่งมีชีวิตกับสิ่ง<br>ไม่มีชีวิต | <br><br>สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ<br>และชีวภาพ<br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต<br>กับสิ่งมีชีวิต<br><br><br>ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมี<br>ชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต | <br><br>1. สามารถอธิบายความหมาย<br>ของสิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อม<br>ทางกายภาพและชีวภาพได้<br>2. สามารถจำแนกสิ่งแวดล้อม<br>ทางกายภาพและชีวภาพได้<br><br><br><br><br><br><br>เข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งมี<br>ชีวิตที่แตกต่างกันได้<br><br><br>เข้าใจความสัมพันธ์ของ<br>สิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อ<br>สิ่งมีชีวิต |                  |   |   |   |   |

| ชุดกิจกรรม<br>วิทยาศาสตร์                                | เนื้อหา                | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                        | ระดับความคิดเห็น |   |   |   |   |
|----------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------|---|---|---|---|
|                                                          |                        |                                                                              | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |
| เรื่องที่ 4 การ<br>อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม<br>บริเวณโรงเรียน | การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม | เข้าใจสภาพปัญหาสิ่งแวดล้อม<br>และวิธีการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม<br>ในท้องถิ่นได้ |                  |   |   |   |   |

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

**แบบประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์**  
**เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับช่วงชั้นที่ 3**  
**โดยผู้เชี่ยวชาญ**

### วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนสีกัน(วัฒนันท์อุปถัมภ์) เขตดอนเมือง กรุงเทพฯ

คุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหา การใช้ภาษา และกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดี โดยใช้แบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยแบ่งเกณฑ์ระดับการประเมินเป็น 5 ระดับ ตามมาตราส่วนประมาณค่า คือ 5 , 4 , 3 , 2 และ 1 ซึ่งหมายถึง ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุงตามลำดับ

### คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วยชุดกิจกรรมทั้งหมด 2 ชุด ดังนี้

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ

เรื่องที่ 1 ระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 1 สำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 2 บทบาทของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน

เรื่องที่ 2 สิ่งมีชีวิตในน้ำ

เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ตอนที่ 1 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในบริเวณบ้านและชุมชน

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน

เรื่องที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 2 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพบริเวณคลองหน้าโรงเรียน

เรื่องที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต

เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต

เรื่องที่ 4 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน

โปรดประเมินและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ชุด โดยของความกรุณาเขียนเครื่องหมาย 3 ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่านดังนี้

- 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

**แบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์  
เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับช่วงชั้นที่ 3  
ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ**

โปรดพิจารณาประเมินคุณภาพและใช้แนะนำสำหรับเป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ โดยของความอนุเคราะห์เขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องความคิดเห็นของท่าน

| รายการประเมิน                                       | ระดับความคิดเห็น |   |   |   |   |
|-----------------------------------------------------|------------------|---|---|---|---|
|                                                     | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1. ด้านเนื้อหา                                      |                  |   |   |   |   |
| 1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์             |                  |   |   |   |   |
| 1.2 เนื้อหา มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด            |                  |   |   |   |   |
| 1.3 เนื้อหา ที่มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน |                  |   |   |   |   |
| 1.4 เนื้อหา ที่มีความต่อเนื่องครบถ้วน               |                  |   |   |   |   |
| 1.5 เนื้อหา ที่มีความถูกต้องครบถ้วน                 |                  |   |   |   |   |
| 1.6 ภาพประกอบ มีความเหมาะสมกับเนื้อหา               |                  |   |   |   |   |
| ข้อเสนอแนะ.....                                     |                  |   |   |   |   |
| .....                                               |                  |   |   |   |   |
| .....                                               |                  |   |   |   |   |
| .....                                               |                  |   |   |   |   |
| .....                                               |                  |   |   |   |   |
| 2. ด้านการใช้ภาษา                                   |                  |   |   |   |   |
| 2.1 ภาษาที่ใช้ มีความถูกต้อง                        |                  |   |   |   |   |
| 2.2 มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน            |                  |   |   |   |   |
| 2.3 ไม่วกวน เข้าใจง่าย                              |                  |   |   |   |   |
| ข้อเสนอแนะ.....                                     |                  |   |   |   |   |
| .....                                               |                  |   |   |   |   |
| .....                                               |                  |   |   |   |   |
| .....                                               |                  |   |   |   |   |
| .....                                               |                  |   |   |   |   |

| รายการประเมิน                                         | ระดับความคิดเห็น |   |   |   |   |
|-------------------------------------------------------|------------------|---|---|---|---|
|                                                       | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 3. กิจกรรมวิทยาศาสตร์                                 |                  |   |   |   |   |
| 3.1 มีความยากง่ายพอเหมาะ                              |                  |   |   |   |   |
| 3.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้                              |                  |   |   |   |   |
| 3.3 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม                          |                  |   |   |   |   |
| 3.4 ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ด้านความรู้           |                  |   |   |   |   |
| 3.5 ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ |                  |   |   |   |   |
| 3.5 ส่งเสริมให้แต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม             |                  |   |   |   |   |
| 3.6 ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ                              |                  |   |   |   |   |
| 4. แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม                               |                  |   |   |   |   |
| 4.1 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้             |                  |   |   |   |   |
| 4.2 คำถามสอดคล้องกับกิจกรรม                           |                  |   |   |   |   |
| 4.3 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม                              |                  |   |   |   |   |
| ข้อเสนอแนะ.....                                       |                  |   |   |   |   |
| .....                                                 |                  |   |   |   |   |
| .....                                                 |                  |   |   |   |   |
| .....                                                 |                  |   |   |   |   |
| .....                                                 |                  |   |   |   |   |

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....



แบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์  
เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับช่วงชั้นที่ 3  
ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน

โปรดพิจารณาประเมินคุณภาพและใช้แนะนำสำหรับเป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง  
ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ โดยของความอนุเคราะห์เขียนเครื่องหมาย / ลงใน  
ช่องความคิดเห็นของท่าน

| รายการประเมิน                                       | ระดับความคิดเห็น |   |   |   |   |
|-----------------------------------------------------|------------------|---|---|---|---|
|                                                     | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1. ด้านเนื้อหา                                      |                  |   |   |   |   |
| 1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์             |                  |   |   |   |   |
| 1.7 เนื้อหา มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด            |                  |   |   |   |   |
| 1.8 เนื้อหา ที่มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน |                  |   |   |   |   |
| 1.9 เนื้อหา ที่มีความต่อเนื่องครบถ้วน               |                  |   |   |   |   |
| 1.10 เนื้อหา ที่มีความถูกต้องครบถ้วน                |                  |   |   |   |   |
| 1.11 ภาพประกอบ มีความเหมาะสมกับเนื้อหา              |                  |   |   |   |   |
| ข้อเสนอแนะ.....                                     |                  |   |   |   |   |
| .....                                               |                  |   |   |   |   |
| .....                                               |                  |   |   |   |   |
| .....                                               |                  |   |   |   |   |
| .....                                               |                  |   |   |   |   |
| 2. ด้านการใช้ภาษา                                   |                  |   |   |   |   |
| 2.1 ภาษาที่ใช้ มีความถูกต้อง                        |                  |   |   |   |   |
| 2.2 มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน            |                  |   |   |   |   |
| 2.3 ไม่วกวน เข้าใจง่าย                              |                  |   |   |   |   |
| ข้อเสนอแนะ.....                                     |                  |   |   |   |   |
| .....                                               |                  |   |   |   |   |
| .....                                               |                  |   |   |   |   |
| .....                                               |                  |   |   |   |   |
| .....                                               |                  |   |   |   |   |

| รายการประเมิน                                         | ระดับความคิดเห็น |   |   |   |   |
|-------------------------------------------------------|------------------|---|---|---|---|
|                                                       | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 3. กิจกรรมวิทยาศาสตร์                                 |                  |   |   |   |   |
| 3.1 มีความยากง่ายพอเหมาะ                              |                  |   |   |   |   |
| 3.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้                              |                  |   |   |   |   |
| 3.3 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม                          |                  |   |   |   |   |
| 3.4 ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ด้านความรู้           |                  |   |   |   |   |
| 3.5 ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ |                  |   |   |   |   |
| 3.5 ส่งเสริมให้แต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม             |                  |   |   |   |   |
| 3.6 ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ                              |                  |   |   |   |   |
| 4. แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม                               |                  |   |   |   |   |
| 4.1 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้             |                  |   |   |   |   |
| 4.2 คำถามสอดคล้องกับกิจกรรม                           |                  |   |   |   |   |
| 4.3 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม                              |                  |   |   |   |   |
| ข้อเสนอแนะ.....                                       |                  |   |   |   |   |
| .....                                                 |                  |   |   |   |   |
| .....                                                 |                  |   |   |   |   |
| .....                                                 |                  |   |   |   |   |
| .....                                                 |                  |   |   |   |   |

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

แบบประเมินดัชนีสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์  
เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3  
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อเรื่อง

การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียน  
ช่วงชั้นที่ 3

ชื่อผู้วิจัย

นางสาวอรอนงค์ ฟ้าคนอง วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตร

อาจารย์ ดร. สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก ประธาน

อาจารย์ ธาณินทร์ ปัญญาวัฒนากุล กรรมการ

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-สกุล (ผู้เชี่ยวชาญ).....

ตำแหน่ง.....วุฒิการศึกษา.....

สถานที่ทำงาน.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

**แบบประเมินดัชนีสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์**  
**เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3**  
**โดยผู้เชี่ยวชาญ**

### วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) เขตดอนเมือง กรุงเทพฯ

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ หมายถึง สื่อการเรียนการสอน ซึ่งเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยในแต่ละชุดกิจกรรมประกอบด้วย ชื่อกิจกรรม คำชี้แจง จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ ใบความรู้ ใบงาน และแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

### คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วยชุดกิจกรรมทั้งหมด 2 ชุด ดังนี้

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ

เรื่องที่ 1 ระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 1 สำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 2 บทบาทของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน

เรื่องที่ 2 สิ่งมีชีวิตในน้ำ

เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ตอนที่ 1 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในบริเวณบ้านและชุมชน

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน

เรื่องที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 2 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพบริเวณคลองหน้าโรงเรียน

เรื่องที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต

เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต

เรื่องที่ 4 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน

โปรดประเมินและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ชุด โดยของความกรุณาเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่านดังนี้

- +1 หมายถึง สอดคล้อง
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจ
- 1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

**แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์**  
**เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ**  
**ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่องระบบนิเวศ**

โปรดพิจารณาประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และใช้แนะนำสำหรับเป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ โดยของความอนุเคราะห์เขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องความคิดเห็นของท่าน

| รายการประเมิน                                      | ระดับความคิดเห็น |       |       |
|----------------------------------------------------|------------------|-------|-------|
|                                                    | +1               | 0     | -1    |
| 1. ด้านเนื้อหา                                     |                  |       |       |
| 1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์             | .....            | ..... | ..... |
| 1.2 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด            | .....            | ..... | ..... |
| 1.3 เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน | .....            | ..... | ..... |
| 1.4 เนื้อหาที่มีความต่อเนื่องครบถ้วน               | .....            | ..... | ..... |
| 1.5 เนื้อหาที่มีความถูกต้องครบถ้วน                 | .....            | ..... | ..... |
| 1.6 ภาพประกอบมีความเหมาะสมกับเนื้อหา               | .....            | ..... | ..... |
| ข้อเสนอแนะ.....                                    | .....            | ..... | ..... |
| .....                                              |                  |       |       |
| .....                                              |                  |       |       |
| .....                                              |                  |       |       |
| .....                                              |                  |       |       |
| 2. ด้านการใช้ภาษา                                  |                  |       |       |
| 2.1 ภาษาที่ใช้มีความถูกต้อง                        | .....            | ..... | ..... |
| 2.2 มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน           | .....            | ..... | ..... |
| 2.3 ไม่วกวน เข้าใจง่าย                             | .....            | ..... | ..... |
| ข้อเสนอแนะ.....                                    | .....            | ..... | ..... |
| .....                                              |                  |       |       |
| .....                                              |                  |       |       |
| .....                                              |                  |       |       |
| .....                                              |                  |       |       |

| รายการประเมิน                                         | ระดับความคิดเห็น |       |       |
|-------------------------------------------------------|------------------|-------|-------|
|                                                       | +1               | 0     | -1    |
| 3. กิจกรรมวิทยาศาสตร์                                 |                  |       |       |
| 3.1 มีความยากง่ายพอเหมาะ                              | .....            | ..... | ..... |
| 3.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้                              | .....            | ..... | ..... |
| 3.3 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม                          | .....            | ..... | ..... |
| 3.4 ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ด้านความรู้           | .....            | ..... | ..... |
| 3.5 ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ | .....            | ..... | ..... |
| 3.5 ส่งเสริมให้แต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม             | .....            | ..... | ..... |
| 3.6 ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ                              | .....            | ..... | ..... |
| 4. แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม                               |                  |       |       |
| 4.1 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้             | .....            | ..... | ..... |
| 4.2 คำถามสอดคล้องกับกิจกรรม                           | .....            | ..... | ..... |
| 4.3 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม                              | .....            | ..... | ..... |
| ข้อเสนอแนะ.....                                       |                  |       |       |
| .....                                                 |                  |       |       |
| .....                                                 |                  |       |       |
| .....                                                 |                  |       |       |
| .....                                                 |                  |       |       |

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์  
เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ  
ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน

โปรดพิจารณาประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และใช้แนะนำสำหรับเป็นแนวทาง  
ในการ ปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ โดยของความอนุเคราะห์  
เขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องความคิดเห็นของท่าน

| รายการประเมิน                                      | ระดับความคิดเห็น |       |       |
|----------------------------------------------------|------------------|-------|-------|
|                                                    | +1               | 0     | -1    |
| 1. ด้านเนื้อหา                                     |                  |       |       |
| 1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์             | .....            | ..... | ..... |
| 1.2 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด            | .....            | ..... | ..... |
| 1.3 เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน | .....            | ..... | ..... |
| 1.4 เนื้อหาที่มีความต่อเนื่องครบถ้วน               | .....            | ..... | ..... |
| 1.5 เนื้อหาที่มีความถูกต้องครบถ้วน                 | .....            | ..... | ..... |
| 1.6 ภาพประกอบมีความเหมาะสมกับเนื้อหา               | .....            | ..... | ..... |
| ข้อเสนอแนะ.....                                    | .....            | ..... | ..... |
| .....                                              |                  |       |       |
| .....                                              |                  |       |       |
| .....                                              |                  |       |       |
| .....                                              |                  |       |       |
| 2. ด้านการใช้ภาษา                                  |                  |       |       |
| 2.1 ภาษาที่ใช้มีความถูกต้อง                        | .....            | ..... | ..... |
| 2.2 มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน           | .....            | ..... | ..... |
| 2.3 ไม่วกวน เข้าใจง่าย                             | .....            | ..... | ..... |
| ข้อเสนอแนะ.....                                    | .....            | ..... | ..... |
| .....                                              |                  |       |       |
| .....                                              |                  |       |       |
| .....                                              |                  |       |       |
| .....                                              |                  |       |       |



| รายการประเมิน                                         | ระดับความคิดเห็น |       |       |
|-------------------------------------------------------|------------------|-------|-------|
|                                                       | +1               | 0     | -1    |
| 3. กิจกรรมวิทยาศาสตร์                                 |                  |       |       |
| 3.1 มีความยากง่ายพอเหมาะ                              | .....            | ..... | ..... |
| 3.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้                              | .....            | ..... | ..... |
| 3.3 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม                          | .....            | ..... | ..... |
| 3.4 ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ด้านความรู้           | .....            | ..... | ..... |
| 3.5 ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ | .....            | ..... | ..... |
| 3.5 ส่งเสริมให้แต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม             | .....            | ..... | ..... |
| 3.6 ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ                              | .....            | ..... | ..... |
| 4. แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม                               |                  |       |       |
| 4.1 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้             | .....            | ..... | ..... |
| 4.2 คำถามสอดคล้องกับกิจกรรม                           | .....            | ..... | ..... |
| 4.3 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม                              | .....            | ..... | ..... |
| ข้อเสนอแนะ.....                                       |                  |       |       |
| .....                                                 |                  |       |       |
| .....                                                 |                  |       |       |
| .....                                                 |                  |       |       |
| .....                                                 |                  |       |       |

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

แบบประเมิน แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้  
เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับช่วงชั้นที่ 3  
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อเรื่อง

การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียน  
ช่วงชั้นที่ 3

ชื่อผู้วิจัย

นางสาวอรอนงค์ ฟ้าคนอง วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมปริญญาโท

อาจารย์ ดร. สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก ประธาน

อาจารย์ ธาณินทร์ ปัญญาวัฒนากุล กรรมการ

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-สกุล (ผู้เชี่ยวชาญ).....

ตำแหน่ง.....วุฒิการศึกษา.....

สถานที่ทำงาน.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

**แบบประเมิน แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้  
เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3  
โดยผู้เชี่ยวชาญ**

**วัตถุประสงค์**

แบบประเมินนี้สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมิน แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนสีกัน (วัฒนานครอุปถัมภ์)

ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ หมายถึง องค์ความรู้ที่นักเรียนได้จากการเรียนชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ การเสาะแสวงหาความรู้ และด้านการนำไปใช้ ในการวิจัยครั้งนี้ วัดผลโดยใช้แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

**คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน**

1. แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ประกอบด้วยเนื้อหาในชุดกิจกรรมทั้งหมด 2 ชุด

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ

เรื่องที่ 1 ระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 1 สำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน ตอนที่ 2 บทบาทของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน

เรื่องที่ 2 สิ่งมีชีวิตในน้ำ

เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ตอนที่ 1 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในบริเวณบ้านและชุมชน

- ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง สิ่งแวดล้อมรอบตัว

เรื่องที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 2 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพบริเวณคลองหน้าโรงเรียน

เรื่องที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต

เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต

เรื่องที่ 4 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน

มีข้อสอบทั้งหมด 110 ข้อ ซึ่งจำแนกตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด ดังนี้

- |                                                     |                 |
|-----------------------------------------------------|-----------------|
| 1.1 ด้านความรู้ – ความจำ                            | จำนวนข้อ 22 ข้อ |
| 1.2 ด้านความเข้าใจ                                  | จำนวนข้อ 36 ข้อ |
| 1.3 ด้านกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์    | จำนวนข้อ 19 ข้อ |
| 1.4 ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ | จำนวนข้อ 33 ข้อ |

แบบวัดผลการเรียนรู้นี้ ผู้วิจัยดัดแปลงจากการจำแนกพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยต่อการวัดผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของ รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์:49-52. โดยมีรายละเอียดของพฤติกรรมแต่ละด้านดังนี้

1.1 ด้านความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยาม ศัพท์ หลักการ กฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดที่สำคัญๆทางด้านวิทยาศาสตร์

1.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ หรือจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปความรู้ใหม่ และความสามารถในการแปลความจากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง ซึ่งเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งกว่าความรู้ - ความจำ

1.3 ด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยๆ คือ การสังเกตและการวัด การมองเห็นปัญหาและวิธีแก้ปัญหา การแปลความหมาย ข้อมูลและการสรุป การสร้าง การทดสอบและการปรับปรุงแบบจำลองหรือทฤษฎีต่างๆ

1.4 ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานความรู้ และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา กล่าวได้ว่านำความรู้ไปใช้เป็นพฤติกรรมที่ลึกซึ้งที่สุด เพราะการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้นั้นจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจ อย่างดีเสียก่อน

2. การประเมินแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เพื่อวิเคราะห์หาค่า IOC แบ่งคุณลักษณะที่ต้องการประเมินออกได้ดังนี้

2.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม

2.2 ความเหมาะสมของตัวเลือก

2.3 ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การทดลอง

2.4 ความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัด

3. เกณฑ์การประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 หมายถึง เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อสอบนั้น สามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด

0 หมายถึง เมื่อท่านไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้น สามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด

-1 หมายถึง เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อสอบนั้น ไม่สามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด

4. ในการประเมินครั้งนี้ให้ท่านทำเครื่องหมาย 3ลงในช่องที่ท่านพิจารณาแล้วตามเกณฑ์แต่ละข้อ

5. ในการประเมินครั้งนี้ให้ท่านแก้ไขข้อคำถาม ตัวเลือก พฤติกรรมที่ต้องการวัด และภาษาที่ใช้ลงในข้อสอบและข้อเสนอแนะได้ตามที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม











| ข้อ | ความชัดเจนของ<br>ข้อความ |   |    | ความเหมาะสม<br>ของตัวเลือก |   |    | ความสอดคล้อง<br>กับจุดประสงค์ |   |    | ความสอดคล้อง<br>ของพฤติกรรมที่<br>ต้องการวัด |   |    |
|-----|--------------------------|---|----|----------------------------|---|----|-------------------------------|---|----|----------------------------------------------|---|----|
|     | +1                       | 0 | -1 | +1                         | 0 | -1 | +1                            | 0 | -1 | +1                                           | 0 | -1 |
| 99  |                          |   |    |                            |   |    |                               |   |    |                                              |   |    |
| 100 |                          |   |    |                            |   |    |                               |   |    |                                              |   |    |
| 101 |                          |   |    |                            |   |    |                               |   |    |                                              |   |    |
| 102 |                          |   |    |                            |   |    |                               |   |    |                                              |   |    |
| 103 |                          |   |    |                            |   |    |                               |   |    |                                              |   |    |
| 104 |                          |   |    |                            |   |    |                               |   |    |                                              |   |    |
| 105 |                          |   |    |                            |   |    |                               |   |    |                                              |   |    |
| 106 |                          |   |    |                            |   |    |                               |   |    |                                              |   |    |
| 107 |                          |   |    |                            |   |    |                               |   |    |                                              |   |    |
| 108 |                          |   |    |                            |   |    |                               |   |    |                                              |   |    |
| 109 |                          |   |    |                            |   |    |                               |   |    |                                              |   |    |
| 110 |                          |   |    |                            |   |    |                               |   |    |                                              |   |    |

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

... .. /... .. /... ..

แบบประเมิน แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่อ  
ชุดกิจกรรมเรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3  
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อเรื่อง

การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียน  
ช่วงชั้นที่ 3

ชื่อผู้วิจัย

นางสาวอรอนงค์ ฟ้าคนอง วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตร

อาจารย์ ดร. สมปรรธนา วงศ์บุญหนัก ประธาน

อาจารย์ ธาณินทร์ ปัญญาวัฒนากุล กรรมการ

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-สกุล (ผู้เชี่ยวชาญ).....

ตำแหน่ง.....วุฒิการศึกษา.....

สถานที่ทำงาน.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

**แบบประเมิน แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**  
**เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3**  
**โดยผู้เชี่ยวชาญ**

### จุดประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้ประเมินแบบทดสอบวัดผล การเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือใน การสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนสีกัน (วัฒนานันท์อุปถัมภ์) จังหวัดกรุงเทพมหานคร

1. ผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ ของนักเรียน ในการสืบเสาะหาความรู้ จัดกระทำตรวจสอบและสื่อความหมายข้อมูล โดยผ่าน การเรียนชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นซึ่งแต่ละเรื่องจะวัดทักษะไม่ครบทั้ง 13 ทักษะ เลือกวัดเฉพาะทักษะที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมแต่ละเรื่อง ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 8 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การคำนวณ การจัด จำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา การจัดกระทำและ สื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ เครื่องมือที่ใช้วัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยผู้วิจัยสร้างขึ้น

### คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง รวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อค้นหา ข้อมูล
2. ทักษะการวัด หมายถึง การเลือกและใช้เครื่องมือต่างๆ ทำการวัดหาปริมาณของสิ่ง ต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้เหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับ
3. ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนำค่าที่ได้จากการวัดและการนำตัวเลขแสดงจำนวน นับที่ได้มาคิดคำนวณ
4. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีเกณฑ์ในการแบ่งพวก
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา  
 สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่อยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะ เช่นเดียวกับวัตถุนั้น

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติและความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา

#### 6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้นๆ

การสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จัดกระทำแล้ว มาเสนอและแสดงให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นได้ดีขึ้น

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิม เพื่ออธิบายปรากฏการณ์หรือวัตถุนั้น

8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หรือความรู้ที่เป็นความจริง หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยในการคาดคะเน

แบบทดสอบมีทั้งหมด 85 ข้อ ข้อสอบเป็นแบบอิงเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำแนกเป็น

|                                                        |              |
|--------------------------------------------------------|--------------|
| ทักษะการสังเกต                                         | จำนวน 10 ข้อ |
| ทักษะการวัด                                            | จำนวน 5 ข้อ  |
| ทักษะการคำนวณ                                          | จำนวน 3 ข้อ  |
| ทักษะการจำแนกประเภท                                    | จำนวน 12 ข้อ |
| ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา | จำนวน 10 ข้อ |
| ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล                  | จำนวน 16 ข้อ |
| ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล                         | จำนวน 16 ข้อ |
| ทักษะการพยากรณ์                                        | จำนวน 13 ข้อ |

**แบบประเมิน แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์  
โดยผู้เชี่ยวชาญ**

โปรดประเมินความสอดคล้องของข้อคำถาม ตัวเลือกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย 3 ลงในช่องว่างใต้เครื่องหมายที่แสดงระดับน้ำหนักความคิดเห็นของท่านและหากมีข้อเสนอแนะเพิ่มโปรดเขียนลงในช่องหมายเหตุ โดยกำหนดให้

+ 1    หมายถึง    สอดคล้อง  
0    หมายถึง    ไม่แน่ใจ  
- 1    หมายถึง    ไม่สอดคล้อง

| ข้อ | ทักษะ          | ความคิดเห็น |   |     | หมายเหตุ |
|-----|----------------|-------------|---|-----|----------|
|     |                | + 1         | 0 | - 1 |          |
| 1   | ทักษะการสังเกต |             |   |     |          |
| 2   | ทักษะการสังเกต |             |   |     |          |
| 3   | ทักษะการสังเกต |             |   |     |          |
| 4   | ทักษะการสังเกต |             |   |     |          |
| 5   | ทักษะการสังเกต |             |   |     |          |
| 6   | ทักษะการสังเกต |             |   |     |          |
| 7   | ทักษะการสังเกต |             |   |     |          |
| 8   | ทักษะการสังเกต |             |   |     |          |
| 9   | ทักษะการสังเกต |             |   |     |          |
| 10  | ทักษะการสังเกต |             |   |     |          |
| 11  | ทักษะการวัด    |             |   |     |          |
| 12  | ทักษะการวัด    |             |   |     |          |
| 13  | ทักษะการวัด    |             |   |     |          |
| 14  | ทักษะการวัด    |             |   |     |          |
| 15  | ทักษะการวัด    |             |   |     |          |
| 16  | ทักษะการคำนวณ  |             |   |     |          |
| 17  | ทักษะการคำนวณ  |             |   |     |          |
| 18  | ทักษะการคำนวณ  |             |   |     |          |

| ข้อ | ทักษะ                                                      | ความคิดเห็น |   |     | หมายเหตุ |
|-----|------------------------------------------------------------|-------------|---|-----|----------|
|     |                                                            | + 1         | 0 | - 1 |          |
| 19  | ทักษะการจำแนกประเภท                                        |             |   |     |          |
| 20  | ทักษะการจำแนกประเภท                                        |             |   |     |          |
| 21  | ทักษะการจำแนกประเภท                                        |             |   |     |          |
| 22  | ทักษะการจำแนกประเภท                                        |             |   |     |          |
| 23  | ทักษะการจำแนกประเภท                                        |             |   |     |          |
| 24  | ทักษะการจำแนกประเภท                                        |             |   |     |          |
| 25  | ทักษะการจำแนกประเภท                                        |             |   |     |          |
| 26  | ทักษะการจำแนกประเภท                                        |             |   |     |          |
| 27  | ทักษะการจำแนกประเภท                                        |             |   |     |          |
| 28  | ทักษะการจำแนกประเภท                                        |             |   |     |          |
| 29  | ทักษะการจำแนกประเภท                                        |             |   |     |          |
| 30  | ทักษะการจำแนกประเภท                                        |             |   |     |          |
| 31  | ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง<br>สเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา |             |   |     |          |
| 32  | ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง<br>สเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา |             |   |     |          |
| 33  | ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง<br>สเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา |             |   |     |          |
| 34  | ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง<br>สเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา |             |   |     |          |
| 35  | ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง<br>สเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา |             |   |     |          |
| 36  | ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง<br>สเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา |             |   |     |          |
| 37  | ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง<br>สเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา |             |   |     |          |
| 38  | ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง<br>สเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา |             |   |     |          |

| ข้อ | ทักษะ                                                      | ความคิดเห็น |   |     | หมายเหตุ |
|-----|------------------------------------------------------------|-------------|---|-----|----------|
|     |                                                            | + 1         | 0 | - 1 |          |
| 39  | ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง<br>สเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา |             |   |     |          |
| 40  | ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง<br>สเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา |             |   |     |          |
| 41  | ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย<br>ข้อมูล                  |             |   |     |          |
| 42  | ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย<br>ข้อมูล                  |             |   |     |          |
| 43  | ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย<br>ข้อมูล                  |             |   |     |          |
| 44  | ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย<br>ข้อมูล                  |             |   |     |          |
| 45  | ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย<br>ข้อมูล                  |             |   |     |          |
| 46  | ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย<br>ข้อมูล                  |             |   |     |          |
| 47  | ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย<br>ข้อมูล                  |             |   |     |          |
| 48  | ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย<br>ข้อมูล                  |             |   |     |          |
| 49  | ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย<br>ข้อมูล                  |             |   |     |          |
| 50  | ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย<br>ข้อมูล                  |             |   |     |          |
| 51  | ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย<br>ข้อมูล                  |             |   |     |          |
| 52  | ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย<br>ข้อมูล                  |             |   |     |          |
| 53  | ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย<br>ข้อมูล                  |             |   |     |          |
| 54  | ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย<br>ข้อมูล                  |             |   |     |          |

| ข้อ | ทักษะ                                 | ความคิดเห็น |   |     | หมายเหตุ |
|-----|---------------------------------------|-------------|---|-----|----------|
|     |                                       | + 1         | 0 | - 1 |          |
| 55  | ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล |             |   |     |          |
| 56  | ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล |             |   |     |          |
| 57  | ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล        |             |   |     |          |
| 58  | ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล        |             |   |     |          |
| 59  | ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล        |             |   |     |          |
| 60  | ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล        |             |   |     |          |
| 61  | ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล        |             |   |     |          |
| 62  | ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล        |             |   |     |          |
| 63  | ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล        |             |   |     |          |
| 64  | ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล        |             |   |     |          |
| 65  | ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล        |             |   |     |          |
| 66  | ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล        |             |   |     |          |
| 67  | ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล        |             |   |     |          |
| 68  | ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล        |             |   |     |          |
| 69  | ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล        |             |   |     |          |
| 70  | ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล        |             |   |     |          |
| 71  | ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล        |             |   |     |          |
| 72  | ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล        |             |   |     |          |
| 73  | ทักษะการพยากรณ์                       |             |   |     |          |
| 74  | ทักษะการพยากรณ์                       |             |   |     |          |
| 75  | ทักษะการพยากรณ์                       |             |   |     |          |
| 76  | ทักษะการพยากรณ์                       |             |   |     |          |
| 77  | ทักษะการพยากรณ์                       |             |   |     |          |
| 78  | ทักษะการพยากรณ์                       |             |   |     |          |
| 79  | ทักษะการพยากรณ์                       |             |   |     |          |
| 80  | ทักษะการพยากรณ์                       |             |   |     |          |



| ข้อ | ทักษะ           | ความคิดเห็น |   |     | หมายเหตุ |
|-----|-----------------|-------------|---|-----|----------|
|     |                 | + 1         | 0 | - 1 |          |
| 81  | ทักษะการพยากรณ์ |             |   |     |          |
| 82  | ทักษะการพยากรณ์ |             |   |     |          |
| 83  | ทักษะการพยากรณ์ |             |   |     |          |
| 84  | ทักษะการพยากรณ์ |             |   |     |          |
| 85  | ทักษะการพยากรณ์ |             |   |     |          |

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

แบบประเมิน แบบสอบถามวัดจิตอนุรักษสิ่งแวดลอม  
เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดลอม สำหรับนักเรียนชวงชั้นที่ 3  
โดยผูใชวชาญ

ชื่อเรื่อง

การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดลอม สำหรับนักเรียน  
ชวงชั้นที่ 3

ชื่อผูวิจัย

นางสาวอรอนงค์ ฟาคนอง วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมปริญาณิพนธ์

อาจารย์ ดร. สมปรรธนา วงศ์บุญหนัก ประธาน

อาจารย์ ธาณินทร์ ปัญญาวัฒนากุล กรรมการ

ข้อมูลเกี่ยวกับผูใชวชาญ

ชื่อ-สกุล (ผูใชวชาญ).....

ตำแหน่ง.....วุฒิการศึกษา.....

สถานที่ทำงาน.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผูใชวชาญ

**แบบประเมิน แบบสอบถามวัดจิตอนุรักษสิ่งแวดล้อม**  
**เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3**  
**โดยผู้เชี่ยวชาญ**

**วัตถุประสงค์**

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้ประเมินแบบสอบถามวัดจิตอนุรักษสิ่งแวดล้อมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนในช่วงชั้นที่ 3 ( ม.2 ) โรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) จังหวัดกรุงเทพมหานคร

จิตอนุรักษสิ่งแวดล้อม หมายถึง ความรู้สึกหรือพฤติกรรมต่อการอนุรักษสิ่งแวดล้อมในการป้องกัน การบำรุงรักษา และใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด วัดได้จากแบบวัดจิตอนุรักษสิ่งแวดล้อม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามวิธีของลิเคอร์ท โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วย เฉยๆ ไม่เห็นด้วย ซึ่งพิจารณาโดยรวม 3 ด้าน คือ

1. ความรู้สึกหรือพฤติกรรม การเห็นคุณค่าของการป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยมีความรับผิดชอบต่อการใช้ และการดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
2. พฤติกรรมการแสดงออกในการรักษาสิ่งแวดล้อม เช่น ความสนใจเข้าร่วมทำกิจกรรมในการอนุรักษสิ่งแวดล้อมและพัฒนาสิ่งแวดล้อม การเลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม
3. พฤติกรรมการแสดงออกในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด ได้แก่ การใช้น้ำ การใช้ไฟฟ้า การจัดการขยะ

**คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน**

แบบสอบถามวัดจิตอนุรักษสิ่งแวดล้อม เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีทั้งหมด 60 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วย เฉยๆ และไม่เห็นด้วย แบบสอบถามนี้มุ่งประเมินความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนใน 3 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. พฤติกรรมความรู้สึกนึกคิดต่อการอนุรักษสิ่งแวดล้อม การเห็นคุณค่าของการป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อม (33 ข้อ)
2. พฤติกรรมการแสดงออกในการรักษาสิ่งแวดล้อม (17 ข้อ)
3. พฤติกรรมการแสดงออกในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด (10 ข้อ)

แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีเนื้อหาของข้อคำถามทั้งเชิงบวกและเชิงลบ

ข้อคำถามเชิงบวก หมายถึง ข้อความที่แสดงความคิดเห็นต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดในทางที่ดี

ข้อคำถามเชิงลบ หมายถึง ข้อความที่แสดงความคิดเห็นต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดในทางที่ไม่ดี

แบบประเมิน แบบสอบถามวัดจิตอนุรักษสิ่งแวดลอม  
เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดลอม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3  
โดยผู้เชี่ยวชาญ

โปรดพิจารณาประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของข้อคำถามกับพฤติกรรม  
ความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่ต้องการวัด โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย 3 ลงในช่องว่าง  
ใต้เครื่องหมายที่แสดงระดับน้ำหนักความคิดเห็นของท่านและหากมีข้อเสนอแนะเพิ่มโปรดเขียน  
ลงในช่องหมายเหตุ โดยกำหนดให้

+ 1    หมายถึง    สอดคล้อง  
0    หมายถึง    ไม่แน่ใจ  
- 1    หมายถึง    ไม่สอดคล้อง

ความสอดคล้อง หมายถึง ลักษณะของข้อคำถามมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมแสดง  
ความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่ต้องการวัด

| ข้อที่ | ลักษณะข้อคำถาม | ระดับความคิดเห็น |   |    | หมายเหตุ |
|--------|----------------|------------------|---|----|----------|
|        |                | +1               | 0 | -1 |          |
| 1      | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 2      | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 3      | เชิงลบ         |                  |   |    |          |
| 4      | เชิงลบ         |                  |   |    |          |
| 5      | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 6      | เชิงลบ         |                  |   |    |          |
| 7      | เชิงลบ         |                  |   |    |          |
| 8      | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 9      | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 10     | เชิงลบ         |                  |   |    |          |
| 11     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 12     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 13     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |

| ข้อที่ | ลักษณะข้อคำถาม | ระดับความคิดเห็น |   |    | หมายเหตุ |
|--------|----------------|------------------|---|----|----------|
|        |                | +1               | 0 | -1 |          |
| 14     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 15     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 16     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 17     | เชิงลบ         |                  |   |    |          |
| 18     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 19     | เชิงลบ         |                  |   |    |          |
| 20     | เชิงลบ         |                  |   |    |          |
| 21     | เชิงลบ         |                  |   |    |          |
| 22     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 23     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 24     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 25     | เชิงลบ         |                  |   |    |          |
| 26     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 27     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 28     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 29     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 30     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 31     | เชิงลบ         |                  |   |    |          |
| 32     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 33     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 34     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 35     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 36     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 37     | เชิงลบ         |                  |   |    |          |
| 38     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |

| ข้อที่ | ลักษณะข้อคำถาม | ระดับความคิดเห็น |   |    | หมายเหตุ |
|--------|----------------|------------------|---|----|----------|
|        |                | +1               | 0 | -1 |          |
| 39     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 40     | เชิงลบ         |                  |   |    |          |
| 41     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 42     | เชิงลบ         |                  |   |    |          |
| 43     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 44     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 45     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 46     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 47     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 48     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 49     | เชิงลบ         |                  |   |    |          |
| 50     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 51     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 52     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 53     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 54     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 55     | เชิงลบ         |                  |   |    |          |
| 56     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 57     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 58     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 59     | เชิงบวก        |                  |   |    |          |
| 60     | เชิงลบ         |                  |   |    |          |

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

## ภาคผนวก ค

- ตาราง สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหาของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง สรุปความคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ (ด้านความชัดเจนของข้อความ) เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ (ด้านความเหมาะสมของตัวเลือก) เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ (ด้านความสอดคล้องกับจุดประสงค์) เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ (ด้านความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัด) เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ





ตาราง 12 (ต่อ)

| ชุดกิจกรรม          | เนื้อหา           | จุดประสงค์<br>การเรียนรู้ | ผลการพิจารณา<br>จาก ผชช. คนที่ |    |    |    |    | รวม | IOC  | แปล<br>ผล |
|---------------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------|----|----|----|----|-----|------|-----------|
|                     |                   |                           | 1                              | 2  | 3  | 4  | 5  |     |      |           |
| ชุดกิจกรรม เรื่อง   |                   |                           |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| สิ่งแวดล้อมใน       |                   |                           |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| บริเวณโรงเรียน      |                   |                           |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| เรื่องที่ 1         | สิ่งแวดล้อมทาง    | 1. สามารถ                 | +1                             | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้    |
| สิ่งแวดล้อมทาง      | กายภาพและ         | อธิบาย                    |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| กายภาพและ           | ชีวภาพ            | ความหมายของ               |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| ชีวภาพในบริเวณ      |                   | สิ่งแวดล้อม               |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| โรงเรียน            |                   | สิ่งแวดล้อมทาง            |                                |    |    |    |    |     |      |           |
|                     |                   | กายภาพและ                 |                                |    |    |    |    |     |      |           |
|                     |                   | ชีวภาพได้                 |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| ตอนที่ 1            |                   | 2.สามารถ                  | +1                             | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้    |
| สิ่งแวดล้อมทาง      |                   | จำแนก                     |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| กายภาพและ           |                   | สิ่งแวดล้อมทาง            |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| ชีวภาพในบริเวณ      |                   | กายภาพและ                 |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| โรงเรียน            |                   | ชีวภาพได้                 |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| ตอนที่ 2            |                   |                           |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| สิ่งแวดล้อมทาง      |                   |                           |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| กายภาพบริเวณ        |                   |                           |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| คลองหน้าโรงเรียน    |                   |                           |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| เรื่องที่ 2         | ความสัมพันธ์      | เข้าใจ                    | +1                             | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้    |
| ความสัมพันธ์        | ของสิ่งมีชีวิตกับ | ความสัมพันธ์              |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| ระหว่าง             | สิ่งมีชีวิต       | ของสิ่งมีชีวิตที่         |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| สิ่งมีชีวิตกับ      |                   | แตกต่างกันได้             |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| สิ่งมีชีวิต         |                   |                           |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| เรื่องที่ 3         | ความสัมพันธ์      | เข้าใจ                    | +1                             | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้    |
| ความสัมพันธ์        | ระหว่าง           | ความสัมพันธ์              |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| ระหว่าง สิ่งมีชีวิต | สิ่งมีชีวิตกับ    | ของสิ่งแวดล้อม            |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| กับสิ่งไม่มีชีวิต   | สิ่งไม่มีชีวิต    | ที่มีอิทธิพลต่อ           |                                |    |    |    |    |     |      |           |
|                     |                   | สิ่งมีชีวิต               |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| เรื่องที่ 4         | การอนุรักษ์       | เข้าใจสภาพ                | +1                             | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้    |
| อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม | สิ่งแวดล้อม       | ปัญหา                     |                                |    |    |    |    |     |      |           |
| ในบริเวณโรงเรียน    |                   | สิ่งแวดล้อมและ            |                                |    |    |    |    |     |      |           |
|                     |                   | วิธีการอนุรักษ์           |                                |    |    |    |    |     |      |           |
|                     |                   | สิ่งแวดล้อมใน             |                                |    |    |    |    |     |      |           |
|                     |                   | ท้องถิ่นได้               |                                |    |    |    |    |     |      |           |

**ตาราง 13** สรุปความคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

| รายการประเมิน                                         | ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ |    |    |    |    |     |           |                 |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------|----|----|----|----|-----|-----------|-----------------|
|                                                       | ผู้เชี่ยวชาญคนที่           |    |    |    |    | รวม | ค่าเฉลี่ย | ระดับการประเมิน |
|                                                       | 1                           | 2  | 3  | 4  | 5  |     |           |                 |
| ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ                |                             |    |    |    |    |     |           |                 |
| 1. ด้านเนื้อหา                                        |                             |    |    |    |    |     |           |                 |
| 1.1 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์             | 5                           | 5  | 5  | 5  | 5  | 25  | 5.00      | ดีมาก           |
| 1.2 เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด            | 5                           | 4  | 5  | 5  | 4  | 23  | 4.60      | ดีมาก           |
| 1.3 เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน    | 4                           | 4  | 4  | 5  | 4  | 21  | 4.20      | ดี              |
| 1.4 เนื้อหาที่มีความต่อเนื่องครบถ้วน                  | 4                           | 4  | 5  | 5  | 4  | 22  | 4.40      | ดีมาก           |
| 1.5 เนื้อหาที่มีความถูกต้องครบถ้วน                    | 4                           | 4  | 5  | 5  | 5  | 23  | 4.60      | ดีมาก           |
| 1.6 ภาพประกอบมีความเหมาะสมกับเนื้อหา                  | 3                           | 5  | 5  | 5  | 5  | 23  | 4.60      | ดีมาก           |
| รวม                                                   | 25                          | 26 | 29 | 30 | 27 | 137 | 4.57      | ดีมาก           |
| 2. ด้านการใช้ภาษา                                     |                             |    |    |    |    |     |           |                 |
| 2.1 ภาษาที่ใช้มีความถูกต้อง                           | 4                           | 4  | 5  | 5  | 4  | 22  | 4.40      | ดีมาก           |
| 2.2 มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน              | 4                           | 4  | 5  | 5  | 4  | 22  | 4.40      | ดีมาก           |
| 2.3 ไม่วกวน เข้าใจง่าย                                | 4                           | 4  | 5  | 5  | 4  | 22  | 4.40      | ดีมาก           |
| รวม                                                   | 12                          | 12 | 15 | 15 | 12 | 66  | 4.40      | ดีมาก           |
| 3. กิจกรรมวิทยาศาสตร์                                 |                             |    |    |    |    |     |           |                 |
| 3.1 มีความยากง่ายพอเหมาะ                              | 5                           | 5  | 5  | 5  | 5  | 25  | 5.00      | ดีมาก           |
| 3.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้                              | 5                           | 5  | 5  | 5  | 4  | 24  | 4.80      | ดีมาก           |
| 3.3 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม                          | 4                           | 4  | 5  | 5  | 4  | 22  | 4.40      | ดีมาก           |
| 3.4 ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ด้านความรู้           | 4                           | 4  | 5  | 5  | 4  | 22  | 4.40      | ดีมาก           |
| 3.5 ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ | 4                           | 4  | 5  | 5  | 5  | 23  | 4.60      | ดีมาก           |
| 3.6 ส่งเสริมให้แต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม             | 4                           | 4  | 5  | 5  | 5  | 23  | 4.60      | ดีมาก           |
| 3.7 ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ                              | 4                           | 4  | 5  | 5  | 5  | 23  | 4.60      | ดีมาก           |
| รวม                                                   | 30                          | 30 | 35 | 35 | 32 | 162 | 4.63      | ดีมาก           |
| 4. แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม                               |                             |    |    |    |    |     |           |                 |
| 4.1 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์                        | 4                           | 5  | 4  | 5  | 4  | 22  | 4.40      | ดีมาก           |
| การเรียนรู้                                           |                             |    |    |    |    |     |           |                 |
| 4.2 คำถามสอดคล้องกับกิจกรรม                           | 4                           | 4  | 4  | 5  | 4  | 21  | 4.20      | ดีมาก           |
| 4.3 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม                              | 4                           | 5  | 4  | 5  | 4  | 22  | 4.40      | ดีมาก           |
| รวม                                                   | 12                          | 14 | 12 | 15 | 12 | 65  | 4.33      | ดีมาก           |

ตาราง 13 (ต่อ)

| รายการประเมิน                                         | ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ |    |    |    |    |     |           |                 |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------|----|----|----|----|-----|-----------|-----------------|
|                                                       | ผู้เชี่ยวชาญคนที่           |    |    |    |    | รวม | ค่าเฉลี่ย | ระดับการประเมิน |
|                                                       | 1                           | 2  | 3  | 4  | 5  |     |           |                 |
| ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งแวดล้อม              |                             |    |    |    |    |     |           |                 |
| ในบริเวณโรงเรียน                                      |                             |    |    |    |    |     |           |                 |
| 1. ด้านเนื้อหา                                        |                             |    |    |    |    |     |           |                 |
| 1.1 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์             | 5                           | 5  | 5  | 5  | 5  | 25  | 5.00      | ดีมาก           |
| 1.2 เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด            | 5                           | 4  | 5  | 5  | 4  | 23  | 4.60      | ดีมาก           |
| 1.3 เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน    | 4                           | 5  | 4  | 5  | 5  | 23  | 4.60      | ดีมาก           |
| 1.4 เนื้อหาที่มีความต่อเนื่องครบถ้วน                  | 4                           | 4  | 5  | 5  | 4  | 22  | 4.40      | ดีมาก           |
| 1.5 เนื้อหาที่มีความถูกต้องครบถ้วน                    | 4                           | 4  | 5  | 5  | 5  | 23  | 4.60      | ดีมาก           |
| 1.6 ภาพประกอบมีความเหมาะสมกับเนื้อหา                  | 4                           | 5  | 5  | 5  | 5  | 24  | 4.80      | ดีมาก           |
| รวม                                                   | 26                          | 27 | 29 | 30 | 28 | 140 | 4.66      | ดีมาก           |
| 2. ด้านการใช้ภาษา                                     |                             |    |    |    |    |     |           |                 |
| 2.1 ภาษาที่ใช้มีความถูกต้อง                           | 4                           | 4  | 5  | 5  | 4  | 22  | 4.40      | ดีมาก           |
| 2.2 มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน              | 4                           | 5  | 5  | 5  | 4  | 23  | 4.60      | ดีมาก           |
| 2.3 ไม่กวน เข้าใจง่าย                                 | 4                           | 4  | 5  | 5  | 4  | 22  | 4.40      | ดีมาก           |
| รวม                                                   | 12                          | 13 | 15 | 15 | 12 | 67  | 4.46      | ดีมาก           |
| 3. กิจกรรมวิทยาศาสตร์                                 |                             |    |    |    |    |     |           |                 |
| 3.1 มีความยากง่ายพอเหมาะ                              | 5                           | 5  | 5  | 5  | 5  | 25  | 5.00      | ดีมาก           |
| 3.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้                              | 5                           | 5  | 5  | 4  | 4  | 23  | 4.60      | ดีมาก           |
| 3.3 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม                          | 4                           | 5  | 5  | 5  | 4  | 23  | 4.60      | ดีมาก           |
| 3.4 ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ด้านความรู้           | 5                           | 4  | 5  | 5  | 4  | 23  | 4.60      | ดีมาก           |
| 3.5 ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ | 4                           | 4  | 5  | 5  | 5  | 23  | 4.60      | ดีมาก           |
| 3.6 ส่งเสริมให้แต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม             | 4                           | 5  | 5  | 5  | 5  | 24  | 4.80      | ดีมาก           |
| 3.7 ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ                              | 4                           | 4  | 5  | 5  | 5  | 23  | 4.60      | ดีมาก           |
| รวม                                                   | 31                          | 32 | 35 | 34 | 32 | 164 | 4.63      | ดีมาก           |
| 4. แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม                               |                             |    |    |    |    |     |           |                 |
| 4.1 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้             | 4                           | 5  | 4  | 5  | 4  | 22  | 4.40      | ดีมาก           |
| 4.2 คำถามสอดคล้องกับกิจกรรม                           | 4                           | 4  | 5  | 5  | 4  | 22  | 4.40      | ดีมาก           |
| 4.3 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม                              | 4                           | 5  | 5  | 5  | 4  | 23  | 4.60      | ดีมาก           |
| รวม                                                   | 12                          | 14 | 14 | 15 | 12 | 67  | 4.46      | ดีมาก           |

**ตาราง 14** สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

| รายการประเมิน                                         | ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ |    |    |    |    | รวม | IOC  | แปลผล  |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------|----|----|----|----|-----|------|--------|
|                                                       | ผู้เชี่ยวชาญคนที่           |    |    |    |    |     |      |        |
|                                                       | 1                           | 2  | 3  | 4  | 5  |     |      |        |
| <u>ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ</u>         |                             |    |    |    |    |     |      |        |
| 1. ด้านเนื้อหา                                        |                             |    |    |    |    |     |      |        |
| 1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์                | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด                     | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.3 เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน    | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.4 เนื้อหาที่มีความต่อเนื่องครบถ้วน                  | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.5 เนื้อหาที่มีความถูกต้องครบถ้วน                    | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.6 ภาพประกอบมีความเหมาะสมกับเนื้อหา                  | 0                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้ |
| 2. ด้านการใช้ภาษา                                     |                             |    |    |    |    |     |      |        |
| 2.1 ภาษาที่ใช้มีความถูกต้อง                           | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2.2 มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน              | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2.3 ไม่วกวน เข้าใจง่าย                                | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3. กิจกรรมวิทยาศาสตร์                                 |                             |    |    |    |    |     |      |        |
| 3.1 มีความยากง่ายพอเหมาะ                              | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้                              | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3.3 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม                          | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3.4 ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ด้านความรู้           | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3.5 ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3.6 ส่งเสริมให้แต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม             | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3.7 ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ                              | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 4. แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม                               |                             |    |    |    |    |     |      |        |
| 4.1 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้             | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 4.2 คำถามสอดคล้องกับกิจกรรม                           | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 4.3 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม                              | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |

ตาราง 14 (ต่อ)

| รายการประเมิน                                         | ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ |    |    |    |    | รวม | IOC  | แปล<br>ผล |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------|----|----|----|----|-----|------|-----------|
|                                                       | ผู้เชี่ยวชาญคนที่           |    |    |    |    |     |      |           |
|                                                       | 1                           | 2  | 3  | 4  | 5  |     |      |           |
| <u>ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งแวดล้อม</u>       |                             |    |    |    |    |     |      |           |
| <u>ในบริเวณโรงเรียน</u>                               |                             |    |    |    |    |     |      |           |
| 1. ด้านเนื้อหา                                        |                             |    |    |    |    |     |      |           |
| 1.1 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์             | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้    |
| 1.2 เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด            | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้    |
| 1.3 เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน    |                             |    |    |    |    |     |      |           |
| 1.4 เนื้อหาที่มีความต่อเนื่องครบถ้วน                  | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้    |
| 1.5 เนื้อหาที่มีความถูกต้องครบถ้วน                    | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้    |
| 1.6 ภาพประกอบมีความเหมาะสมกับเนื้อหา                  | 0                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้    |
| 2. ด้านการใช้ภาษา                                     |                             |    |    |    |    |     |      |           |
| 2.1 ภาษาที่ใช้มีความถูกต้อง                           | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้    |
| 2.2 มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน              | 0                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 0.80 | ใช้ได้    |
| 2.3 ไม่วกวน เข้าใจง่าย                                | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้    |
| 3. กิจกรรมวิทยาศาสตร์                                 |                             |    |    |    |    |     |      |           |
| 3.1 มีความยากง่ายพอเหมาะ                              | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้    |
| 3.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้                              | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้    |
| 3.3 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม                          | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้    |
| 3.4 ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ด้านความรู้           | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้    |
| 3.5 ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้    |
| 3.6 ส่งเสริมให้แต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม             |                             |    |    |    |    |     |      |           |
| 3.7 ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ                              | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้    |
| 4. แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม                               |                             |    |    |    |    |     |      |           |
| 4.1 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้             | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้    |
| 4.2 คำถามสอดคล้องกับกิจกรรม                           |                             |    |    |    |    |     |      |           |
| 4.3 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม                              | +1                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้    |

ตาราง 15 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้  
(ด้านความชัดเจนของข้อคำถาม) เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3  
โดยผู้เชี่ยวชาญ

| ผลการเรียนรู้<br>ด้านความรู้ | แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ด้านความชัดเจนของข้อคำถาม |    |    |    |    | รวม  | IOC    | แปลผล    |
|------------------------------|--------------------|---------------------------|----|----|----|----|------|--------|----------|
|                              |                    | ผลการพิจารณา ผชช. คนที่   |    |    |    |    |      |        |          |
|                              |                    | 1                         | 2  | 3  | 4  | 5  |      |        |          |
| 1. ด้าน<br>ความรู้-ความจำ    | 1                  | +1                        | -1 | +1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้   |
|                              | 4                  | 0                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 4    | 0.80   | ใช้ได้   |
|                              | 5                  | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 11                 | +1                        | 0  | +1 | +1 | +1 | 4    | 0.80   | ใช้ได้   |
|                              | 19                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 26                 | 0                         | +1 | +1 | +1 | 0  | 3    | 0.60   | ใช้ได้   |
|                              | 27                 | +1                        | +1 | -1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้   |
|                              | 29                 | +1                        | -1 | +1 | +1 | 0  | 2    | 0.40   | ปรับปรุง |
|                              | 31                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 33                 | +1                        | +1 | -1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้   |
|                              | 43                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 52                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 53                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 55                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 57                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 4    | 0.80   | ใช้ได้   |
|                              | 58                 | +1                        | 0  | +1 | +1 | +1 | 4    | 0.80   | ใช้ได้   |
|                              | 59                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 60                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 61                 | +1                        | +1 | -1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 62                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 74                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 78                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 83                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 90                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 99                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | 0  | 4    | 0.80   | ใช้ได้   |
|                              | 100                | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 104                | +1                        | 0  | +1 | +1 | 0  | 3    | 0.60   | ใช้ได้   |
|                              | 105                | +1                        | +1 | +1 | +1 | 0  | 4    | 0.80   | ใช้ได้   |
| 107                          | +1                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |          |

ตาราง 15 (ต่อ)

| ผลการเรียนรู้<br>ด้านความรู้ | แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ด้านความชัดเจนของข้อคำถาม |    |    |    |    | รวม  | IOC    | แปลผล    |
|------------------------------|--------------------|---------------------------|----|----|----|----|------|--------|----------|
|                              |                    | ผลการพิจารณา ผชช. คนที่   |    |    |    |    |      |        |          |
|                              |                    | 1                         | 2  | 3  | 4  | 5  |      |        |          |
| 2. ด้าน<br>ความเข้าใจ        | 2                  | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 3                  | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 6                  | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 7                  | +1                        | +1 | +1 | +1 | 0  | 4    | 0.80   | ใช้ได้   |
|                              | 8                  | 0                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 4    | 0.80   | ใช้ได้   |
|                              | 12                 | 0                         | 0  | +1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้   |
|                              | 13                 | 0                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 4    | 0.80   | ใช้ได้   |
|                              | 14                 | 0                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 4    | 0.80   | ใช้ได้   |
|                              | 15                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 16                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 17                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 18                 | +1                        | 0  | +1 | +1 | +1 | 4    | 0.80   | ใช้ได้   |
|                              | 21                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 22                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 24                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 25                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 28                 | +1                        | -1 | +1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้   |
|                              | 30                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 32                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 34                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 35                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 36                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 37                 | +1                        | +1 | -1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้   |
|                              | 38                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 39                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 40                 | +1                        | +1 | -1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้   |
|                              | 41                 | -1                        | +1 | -1 | +1 | +1 | 1    | 0.20   | ปรับปรุง |
|                              | 42                 | -1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้   |
| 44                           | +1                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |          |
| 45                           | +1                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |          |

ตาราง 15 (ต่อ)

| ผลการเรียนรู้<br>ด้านความรู้ | แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ด้านความชัดเจนของข้อคำถาม |    |    |    |    | รวม | IOC  | แปลผล    |
|------------------------------|--------------------|---------------------------|----|----|----|----|-----|------|----------|
|                              |                    | ผลการพิจารณา ผชช. คนที่   |    |    |    |    |     |      |          |
|                              |                    | 1                         | 2  | 3  | 4  | 5  |     |      |          |
|                              | 46                 | 0                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 47                 | 0                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 48                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 2. ด้าน<br>ความเข้าใจ        | 49                 | -1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 51                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 56                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 63                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 64                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 67                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | 0  | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 68                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 70                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 71                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 75                 | +1                        | +1 | 0  | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 76                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 77                 | 0                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 79                 | 0                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 80                 | -1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 81                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 82                 | -1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 84                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 85                 | +1                        | +1 | -1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 86                 | -1                        | +1 | -1 | +1 | +1 | 1   | 0.20 | ปรับปรุง |
|                              | 91                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 92                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 93                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 95                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 96                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 98                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 102                | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 103                | +1                        | -1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 106                | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |



ตาราง 15 (ต่อ)

| ผลการเรียนรู้<br>ด้านความรู้ | แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ด้านความชัดเจนของข้อคำถาม |    |    |    |    | รวม | IOC  | แปลผล    |
|------------------------------|--------------------|---------------------------|----|----|----|----|-----|------|----------|
|                              |                    | ผลการพิจารณา ผชช. คนที่   |    |    |    |    |     |      |          |
|                              |                    | 1                         | 2  | 3  | 4  | 5  |     |      |          |
|                              | 108                | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 109                | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 110                | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 3. ด้าน                      | 9                  | -1                        | +1 | -1 | +1 | +1 | 1   | 0.20 | ปรับปรุง |
| การเสาะแสวงหา                | 50                 | 0                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
| ความรู้                      | 54                 | 0                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 69                 | -1                        | +1 | -1 | +1 | +1 | 1   | 0.20 | ปรับปรุง |
|                              | 72                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 73                 | -1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 94                 | -1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
| 4. ด้าน                      | 10                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| การนำไปใช้                   | 20                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 23                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 65                 | -1                        | +1 | 0  | +1 | +1 | 2   | 0.40 | ปรับปรุง |
|                              | 66                 | -1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 87                 | +1                        | +1 | -1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 88                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 89                 | +1                        | +1 | -1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 97                 | +1                        | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 101                | +1                        | +1 | -1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |

**ตาราง 16** สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้  
(ด้านความเหมาะสมของตัวเลือก) เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3  
โดยผู้เชี่ยวชาญ

| ผลการเรียนรู้<br>ด้านความรู้ | แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ด้านความเหมาะสมของตัวเลือก |    |    |    |    | รวม  | IOC    | แปลผล  |
|------------------------------|--------------------|----------------------------|----|----|----|----|------|--------|--------|
|                              |                    | ผลการพิจารณา ผชช. คนที่    |    |    |    |    |      |        |        |
|                              |                    | 1                          | 2  | 3  | 4  | 5  |      |        |        |
| 1. ด้าน<br>ความรู้-ความจำ    | 1                  | +1                         | 0  | +1 | +1 | +1 | 4    | 0.80   | ใช้ได้ |
|                              | 4                  | +1                         | +1 | +1 | +1 | -1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้ |
|                              | 5                  | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 11                 | +1                         | 0  | +1 | +1 | +1 | 4    | 0.80   | ใช้ได้ |
|                              | 19                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 26                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 27                 | +1                         | +1 | -1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้ |
|                              | 29                 | +1                         | +1 | -1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้ |
|                              | 31                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 33                 | +1                         | +1 | -1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้ |
|                              | 43                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 52                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 53                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 55                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 57                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 58                 | +1                         | -1 | +1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้ |
|                              | 59                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 60                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 61                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 62                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
| 74                           | +1                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |        |
| 78                           | +1                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |        |
| 83                           | +1                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |        |
| 90                           | +1                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |        |
| 99                           | +1                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |        |
| 100                          | +1                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |        |
| 104                          | +1                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |        |
| 105                          | +1                 | +1                         | -1 | +1 | +1 | 3  | 0.60 | ใช้ได้ |        |
| 107                          | +1                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |        |

ตาราง 16 (ต่อ)

| ผลการเรียนรู้<br>ด้านความรู้ | แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ด้านความเหมาะสมของตัวเลือก |    |    |    |    | รวม | IOC  | แปลผล    |
|------------------------------|--------------------|----------------------------|----|----|----|----|-----|------|----------|
|                              |                    | ผลการพิจารณา ผชช. คนที่    |    |    |    |    |     |      |          |
|                              |                    | 1                          | 2  | 3  | 4  | 5  |     |      |          |
| 2. ด้าน<br>ความเข้าใจ        | 2                  | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 3                  | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 6                  | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 7                  | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 8                  | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 12                 | 0                          | -1 | +1 | +1 | +1 | 2   | 0.40 | ปรับปรุง |
|                              | 13                 | 0                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 14                 | 0                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 15                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 16                 | 0                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 17                 | -1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 18                 | -1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 21                 | 0                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 22                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 24                 | -1                         | +1 | -1 | +1 | +1 | 1   | 0.20 | ปรับปรุง |
|                              | 25                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 28                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 30                 | +1                         | +1 | -1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 32                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 34                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 35                 | +1                         | +1 | -1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 36                 | +1                         | +1 | -1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 37                 | +1                         | +1 | -1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 38                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 39                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 40                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 41                 | +1                         | +1 | 0  | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 42                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 44                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 45                 | +1                         | +1 | -1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 46                 | 0                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |

ตาราง 16 (ต่อ)

| ผลการเรียนรู้<br>ด้านความรู้ | แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ด้านความเหมาะสมของตัวเลือก |    |    |    |    | รวม  | IOC    | แปลผล    |
|------------------------------|--------------------|----------------------------|----|----|----|----|------|--------|----------|
|                              |                    | ผลการพิจารณา ผชช. คนที่    |    |    |    |    |      |        |          |
|                              |                    | 1                          | 2  | 3  | 4  | 5  |      |        |          |
| 2. ด้าน<br>ความเข้าใจ        | 47                 | 0                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 4    | 0.80   | ใช้ได้   |
|                              | 48                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 49                 | 0                          | +1 | -1 | +1 | +1 | 2    | 0.40   | ปรับปรุง |
|                              | 51                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 56                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 63                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 64                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 67                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 68                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 70                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 71                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 75                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 76                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 77                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 79                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 80                 | -1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้   |
|                              | 81                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 82                 | -1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้   |
|                              | 84                 | +1                         | +1 | -1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้   |
|                              | 85                 | +1                         | +1 | -1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้   |
|                              | 86                 | +1                         | +1 | -1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้   |
|                              | 91                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้   |
|                              | 92                 | +1                         | +1 | -1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้   |
| 93                           | +1                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |          |
| 95                           | +1                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |          |
| 96                           | +1                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |          |
| 98                           | +1                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |          |
| 102                          | +1                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |          |
| 103                          | +1                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |          |
| 106                          | +1                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |          |
| 108                          | +1                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |          |

ตาราง 16 (ต่อ)

| ผลการเรียนรู้<br>ด้านความรู้ | แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ด้านความเหมาะสมของตัวเลือก |    |    |    |    | รวม | IOC  | แปลผล    |
|------------------------------|--------------------|----------------------------|----|----|----|----|-----|------|----------|
|                              |                    | ผลการพิจารณา ผชช. คนที่    |    |    |    |    |     |      |          |
|                              |                    | 1                          | 2  | 3  | 4  | 5  |     |      |          |
|                              | 109                | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 110                | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 3. ด้าน                      | 9                  | 0                          | +1 | 0  | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
| การเสาะแสวงหา                | 50                 | 0                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
| ความรู้                      | 54                 | 0                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 69                 | -1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 72                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 73                 | -1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 94                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 4. ด้าน                      | 10                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| การนำไปใช้                   | 20                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 23                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 65                 | 0                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 66                 | -1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 87                 | +1                         | +1 | -1 | +1 | +1 | 2   | 0.40 | ปรับปรุง |
|                              | 88                 | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 89                 | +1                         | +1 | -1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 97                 | +1                         | +1 | -1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 101                | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |

ตาราง 17 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้  
(ด้านความสอดคล้องกับจุดประสงค์) เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3  
โดยผู้เชี่ยวชาญ

| ผลการเรียนรู้<br>ด้านความรู้ | แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ด้านความสอดคล้องกับจุดประสงค์ |    |    |    |    | รวม  | IOC    | แปลผล  |
|------------------------------|--------------------|-------------------------------|----|----|----|----|------|--------|--------|
|                              |                    | ผลการพิจารณา ผชช. คนที่       |    |    |    |    |      |        |        |
|                              |                    | 1                             | 2  | 3  | 4  | 5  |      |        |        |
| 1. ด้าน<br>ความรู้-ความจำ    | 1                  | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 4                  | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 5                  | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 11                 | +1                            | 0  | +1 | +1 | +1 | 4    | 0.80   | ใช้ได้ |
|                              | 19                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 26                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 27                 | +1                            | +1 | 0  | +1 | +1 | 4    | 0.80   | ใช้ได้ |
|                              | 29                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 31                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 33                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 43                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 52                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 53                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 55                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 57                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 58                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 59                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 60                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 61                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 62                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 74                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 78                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 83                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 90                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 99                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 100                | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 104                | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 105                | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
| 107                          | +1                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |        |

ตาราง 17 (ต่อ)

| ผลการเรียนรู้<br>ด้านความรู้ | แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ด้านความสอดคล้องกับจุดประสงค์ |    |    |    |    | รวม  | IOC    | แปลผล  |
|------------------------------|--------------------|-------------------------------|----|----|----|----|------|--------|--------|
|                              |                    | ผลการพิจารณา ผชช. คนที่       |    |    |    |    |      |        |        |
|                              |                    | 1                             | 2  | 3  | 4  | 5  |      |        |        |
| 2. ด้าน<br>ความเข้าใจ        | 2                  | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 3                  | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 6                  | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 7                  | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 8                  | 0                             | +1 | +1 | +1 | +1 | 4    | 0.80   | ใช้ได้ |
|                              | 12                 | 0                             | +1 | +1 | +1 | +1 | 4    | 0.80   | ใช้ได้ |
|                              | 13                 | 0                             | +1 | +1 | +1 | +1 | 4    | 0.80   | ใช้ได้ |
|                              | 14                 | 0                             | +1 | +1 | +1 | +1 | 4    | 0.80   | ใช้ได้ |
|                              | 15                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 16                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 17                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 18                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 21                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 22                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 24                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 25                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 28                 | -1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้ |
|                              | 30                 | -1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้ |
|                              | 32                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 34                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 35                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 36                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 37                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 38                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 39                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 40                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
| 41                           | +1                 | +1                            | 0  | +1 | +1 | 4  | 0.80 | ใช้ได้ |        |
| 42                           | -1                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | 3  | 0.60 | ใช้ได้ |        |
| 44                           | +1                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |        |
| 45                           | +1                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |        |
| 46                           | -1                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | 3  | 0.60 | ใช้ได้ |        |

ตาราง 17 (ต่อ)

| ผลการเรียนรู้<br>ด้านความรู้ | แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ด้านความสอดคล้องกับจุดประสงค์ |    |    |    |    | รวม  | IOC    | แปลผล  |
|------------------------------|--------------------|-------------------------------|----|----|----|----|------|--------|--------|
|                              |                    | ผลการพิจารณา ผชช. คนที่       |    |    |    |    |      |        |        |
|                              |                    | 1                             | 2  | 3  | 4  | 5  |      |        |        |
| 2. ด้าน<br>ความเข้าใจ        | 47                 | -1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้ |
|                              | 48                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 49                 | 0                             | +1 | +1 | +1 | +1 | 4    | 0.80   | ใช้ได้ |
|                              | 51                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 56                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 63                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 64                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 67                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 68                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 70                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 71                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 75                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 76                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 77                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 79                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 80                 | -1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้ |
|                              | 81                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 82                 | -1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้ |
|                              | 84                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 85                 | +1                            | +1 | -1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้ |
|                              | 86                 | +1                            | +1 | -1 | +1 | +1 | 3    | 0.60   | ใช้ได้ |
|                              | 91                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 92                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 93                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 95                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 96                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 98                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
|                              | 102                | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5    | 1.00   | ใช้ได้ |
| 103                          | +1                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |        |
| 106                          | +1                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |        |
| 108                          | +1                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | 5  | 1.00 | ใช้ได้ |        |



ตาราง 17 (ต่อ)

| ผลการเรียนรู้<br>ด้านความรู้        | แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ด้านความสอดคล้องกับจุดประสงค์ |    |    |    |    | รวม | IOC  | แปลผล    |
|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------|----|----|----|----|-----|------|----------|
|                                     |                    | ผลการพิจารณา ผชช. คนที่       |    |    |    |    |     |      |          |
|                                     |                    | 1                             | 2  | 3  | 4  | 5  |     |      |          |
| 3. ด้าน<br>การเสาะแสวงหา<br>ความรู้ | 109                | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                     | 110                | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                     | 9                  | 0                             | +1 | 0  | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                     | 50                 | 0                             | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                                     | 54                 | 0                             | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                                     | 69                 | -1                            | +1 | 0  | +1 | +1 | 2   | 0.40 | ปรับปรุง |
|                                     | 72                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 4. ด้าน<br>การนำไปใช้               | 73                 | -1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                     | 94                 | -1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                     | 10                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                     | 20                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                     | 23                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                     | 65                 | -1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                     | 66                 | -1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                     | 87                 | +1                            | +1 | -1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                     | 88                 | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                     | 89                 | +1                            | +1 | -1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                     | 97                 | +1                            | +1 | 0  | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                                     | 101                | +1                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |

**ตาราง 18** สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้  
(ด้านความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัด) เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียน  
ช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

| ผลการเรียนรู้<br>ด้านความรู้ | แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ด้านความสอดคล้อง<br>ของพฤติกรรมที่ต้องการวัด |    |    |    |    | รวม | IOC  | แปลผล  |
|------------------------------|--------------------|----------------------------------------------|----|----|----|----|-----|------|--------|
|                              |                    | ผลการพิจารณา ผชช. คนที่                      |    |    |    |    |     |      |        |
|                              |                    | 1                                            | 2  | 3  | 4  | 5  |     |      |        |
| 1. ด้าน<br>ความรู้-ความจำ    | 1                  | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
|                              | 4                  | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
|                              | 5                  | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
|                              | 11                 | +1                                           | 0  | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้ |
|                              | 19                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | 0  | 4   | 0.80 | ใช้ได้ |
|                              | 26                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
|                              | 27                 | +1                                           | +1 | 0  | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้ |
|                              | 29                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
|                              | 31                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
|                              | 33                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
|                              | 43                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | 0  | 4   | 0.80 | ใช้ได้ |
|                              | 52                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้ |
|                              | 53                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
|                              | 55                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
|                              | 57                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | 0  | 4   | 0.80 | ใช้ได้ |
|                              | 58                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
|                              | 59                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
|                              | 60                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้ |
|                              | 61                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้ |
|                              | 62                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | 0  | 4   | 0.80 | ใช้ได้ |
|                              | 74                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
|                              | 78                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | 0  | 4   | 0.80 | ใช้ได้ |
|                              | 83                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
|                              | 90                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | 0  | 4   | 0.80 | ใช้ได้ |
|                              | 99                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | 0  | 4   | 0.80 | ใช้ได้ |
|                              | 100                | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้ |
|                              | 104                | +1                                           | +1 | +1 | +1 | 0  | 4   | 0.80 | ใช้ได้ |
|                              | 105                | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้ |

ตาราง 18 (ต่อ)

| ผลการเรียนรู้<br>ด้านความรู้ | แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ด้านความสอดคล้อง<br>กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด |    |    |    |    | รวม | IOC  | แปลผล    |
|------------------------------|--------------------|----------------------------------------------|----|----|----|----|-----|------|----------|
|                              |                    | ผลการพิจารณา ผชช. คนที่                      |    |    |    |    |     |      |          |
|                              |                    | 1                                            | 2  | 3  | 4  | 5  |     |      |          |
| 2. ด้าน<br>ความเข้าใจ        | 107                | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 2                  | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 3                  | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 6                  | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 7                  | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 8                  | 0                                            | +1 | +1 | +1 | -1 | 2   | 0.40 | ปรับปรุง |
|                              | 12                 | 0                                            | +1 | +1 | +1 | -1 | 2   | 0.40 | ปรับปรุง |
|                              | 13                 | 0                                            | +1 | +1 | +1 | -1 | 2   | 0.40 | ปรับปรุง |
|                              | 14                 | 0                                            | +1 | +1 | +1 | -1 | 2   | 0.40 | ปรับปรุง |
|                              | 15                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 16                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 17                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 18                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 21                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 22                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 24                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 25                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 28                 | -1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 1   | 0.20 | ปรับปรุง |
|                              | 30                 | -1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 1   | 0.20 | ปรับปรุง |
|                              | 32                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 34                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 35                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 36                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 37                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 38                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 39                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 40                 | +1                                           | +1 | -1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 41                 | +1                                           | +1 | 0  | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 42                 | -1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 1   | 0.20 | ปรับปรุง |

ตาราง 18 (ต่อ)

| ผลการเรียนรู้<br>ด้านความรู้ | แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ด้านความสอดคล้อง<br>ของพฤติกรรมที่ต้องการวัด |    |    |    |    | รวม | IOC  | แปลผล    |
|------------------------------|--------------------|----------------------------------------------|----|----|----|----|-----|------|----------|
|                              |                    | ผลการพิจารณา ผชช. คนที่                      |    |    |    |    |     |      |          |
|                              |                    | 1                                            | 2  | 3  | 4  | 5  |     |      |          |
|                              | 44                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 45                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 46                 | -1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 1   | 0.20 | ปรับปรุง |
|                              | 47                 | -1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 1   | 0.20 | ปรับปรุง |
|                              | 48                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 49                 | 0                                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 51                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 56                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 63                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 64                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 67                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 68                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 70                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | 0  | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 71                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | 0  | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 75                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 76                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 77                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 79                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | 0  | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 80                 | -1                                           | +1 | +1 | +1 | 0  | 2   | 0.40 | ปรับปรุง |
|                              | 81                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | 0  | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 82                 | -1                                           | +1 | +1 | +1 | 0  | 2   | 0.40 | ปรับปรุง |
|                              | 84                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 85                 | +1                                           | +1 | -1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 86                 | +1                                           | +1 | -1 | +1 | 0  | 2   | 0.40 | ปรับปรุง |
|                              | 91                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 92                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 93                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 95                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 96                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 98                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |

ตาราง 18 (ต่อ)

| ผลการเรียนรู้<br>ด้านความรู้ | แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ด้านความสอดคล้อง<br>ของพฤติกรรมที่ต้องการวัด |    |    |    |    | รวม | IOC  | แปลผล    |
|------------------------------|--------------------|----------------------------------------------|----|----|----|----|-----|------|----------|
|                              |                    | ผลการพิจารณา ผชช. คนที่                      |    |    |    |    |     |      |          |
|                              |                    | 1                                            | 2  | 3  | 4  | 5  |     |      |          |
|                              | 102                | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 103                | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 106                | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 108                | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 109                | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 110                | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
| 3. ด้าน                      | 9                  | +1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
| การเสาะแสวงหา                | 50                 | 0                                            | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
| ความรู้                      | 54                 | 0                                            | +1 | +1 | +1 | 0  | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 69                 | -1                                           | +1 | 0  | +1 | 0  | 1   | 0.20 | ปรับปรุง |
|                              | 72                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 73                 | -1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 94                 | -1                                           | +1 | +1 | +1 | -1 | 1   | 0.20 | ปรับปรุง |
| 4. ด้าน                      | 10                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| การนำไปใช้                   | 20                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 23                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 65                 | -1                                           | +1 | +1 | +1 | 0  | 2   | 0.20 | ปรับปรุง |
|                              | 66                 | -1                                           | +1 | +1 | +1 | 0  | 2   | 0.20 | ปรับปรุง |
|                              | 87                 | +1                                           | +1 | -1 | +1 | 0  | 2   | 0.20 | ปรับปรุง |
|                              | 88                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 89                 | +1                                           | +1 | 0  | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 97                 | +1                                           | +1 | +1 | +1 | 0  | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 101                | +1                                           | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |

**ตาราง 19** สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้  
เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

| ผลการ<br>เรียนรู้<br>ด้าน<br>ความรู้ | แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ผลการพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญ       |                                    |                                       |                                                  | รวม  | IOC  | แปลผล  |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|------|------|--------|
|                                      |                    | ความ<br>ชัดเจน<br>ของข้อ<br>คำถาม | ความ<br>เหมาะสม<br>ของ<br>ตัวเลือก | ความ<br>สอดคล้อง<br>กับ<br>จุดประสงค์ | ความ<br>สอดคล้อง<br>ของพฤติกรรม<br>ที่ต้องการวัด |      |      |        |
|                                      |                    | 1                                 | 2                                  | 3                                     | 4                                                |      |      |        |
|                                      |                    |                                   |                                    |                                       |                                                  |      |      |        |
| 1. ด้าน                              | 1                  | 0.60                              | 0.80                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 3.40 | 0.85 | ใช้ได้ |
| ความรู้-                             | 4                  | 0.80                              | 0.60                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 3.40 | 0.85 | ใช้ได้ |
| ความจำ                               | 5                  | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้ |
|                                      | 11                 | 0.80                              | 0.80                               | 0.80                                  | 0.80                                             | 3.20 | 0.80 | ใช้ได้ |
|                                      | 19                 | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 0.80                                             | 3.80 | 0.95 | ใช้ได้ |
|                                      | 26                 | 0.60                              | 1.00                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้ |
|                                      | 27                 | 0.60                              | 0.60                               | 0.80                                  | 0.80                                             | 2.80 | 0.70 | ใช้ได้ |
|                                      | 29                 | 0.40                              | 0.60                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 3.00 | 0.75 | ใช้ได้ |
|                                      | 31                 | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้ |
|                                      | 33                 | 0.60                              | 0.60                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 3.20 | 0.80 | ใช้ได้ |
|                                      | 43                 | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 0.80                                             | 3.80 | 0.95 | ใช้ได้ |
|                                      | 52                 | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 0.60                                             | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้ |
|                                      | 53                 | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้ |
|                                      | 55                 | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้ |
|                                      | 57                 | 0.80                              | 1.00                               | 1.00                                  | 0.80                                             | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้ |
|                                      | 58                 | 0.80                              | 0.60                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 3.40 | 0.85 | ใช้ได้ |
|                                      | 59                 | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้ |
|                                      | 60                 | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 0.60                                             | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้ |
|                                      | 61                 | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 0.60                                             | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้ |
|                                      | 62                 | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 0.80                                             | 3.80 | 0.95 | ใช้ได้ |
|                                      | 74                 | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้ |
|                                      | 78                 | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 0.80                                             | 3.80 | 0.95 | ใช้ได้ |
|                                      | 83                 | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้ |
|                                      | 90                 | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 0.80                                             | 3.80 | 0.95 | ใช้ได้ |
|                                      | 99                 | 0.80                              | 1.00                               | 1.00                                  | 0.80                                             | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้ |
|                                      | 100                | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 0.60                                             | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้ |
|                                      | 104                | 0.60                              | 1.00                               | 1.00                                  | 0.80                                             | 3.40 | 0.85 | ใช้ได้ |

ตาราง 19 (ต่อ)

| ผลการ<br>เรียนรู้<br>ด้าน<br>ความรู้ | แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ผลการพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญ       |                                    |                                       |                                                  | รวม  | IOC  | แปลผล  |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|------|------|--------|
|                                      |                    | ความ<br>ชัดเจน<br>ของข้อ<br>คำถาม | ความ<br>เหมาะสม<br>ของ<br>ตัวเลือก | ความ<br>สอดคล้อง<br>กับ<br>จุดประสงค์ | ความ<br>สอดคล้องของ<br>พฤติกรรมที่<br>ต้องการวัด |      |      |        |
|                                      |                    | 1                                 | 2                                  | 3                                     | 4                                                |      |      |        |
|                                      |                    |                                   |                                    |                                       |                                                  |      |      |        |
|                                      | 105                | 0.80                              | 0.60                               | 1.00                                  | 0.60                                             | 3.00 | 0.75 | ใช้ได้ |
|                                      | 107                | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2. ด้าน                              | 2                  | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 0.60                                             | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้ |
| ความ                                 | 3                  | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 0.60                                             | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้ |
| เข้าใจ                               | 6                  | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้ |
|                                      | 7                  | 0.80                              | 1.00                               | 1.00                                  | 0.60                                             | 3.40 | 0.85 | ใช้ได้ |
|                                      | 8                  | 0.80                              | 1.00                               | 0.80                                  | 0.40                                             | 3.00 | 0.75 | ใช้ได้ |
|                                      | 12                 | 0.60                              | 0.40                               | 0.80                                  | 0.40                                             | 2.20 | 0.55 | ใช้ได้ |
|                                      | 13                 | 0.80                              | 0.80                               | 0.80                                  | 0.40                                             | 2.80 | 0.70 | ใช้ได้ |
|                                      | 14                 | 0.80                              | 0.80                               | 0.80                                  | 0.40                                             | 2.80 | 0.70 | ใช้ได้ |
|                                      | 15                 | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 0.60                                             | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้ |
|                                      | 16                 | 1.00                              | 0.80                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 3.80 | 0.95 | ใช้ได้ |
|                                      | 17                 | 1.00                              | 0.60                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้ |
|                                      | 18                 | 0.80                              | 0.60                               | 1.00                                  | 0.60                                             | 3.00 | 0.75 | ใช้ได้ |
|                                      | 21                 | 1.00                              | 0.80                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 3.80 | 0.95 | ใช้ได้ |
|                                      | 22                 | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้ |
|                                      | 24                 | 1.00                              | 0.20                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 3.20 | 0.80 | ใช้ได้ |
|                                      | 25                 | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้ |
|                                      | 28                 | 0.60                              | 1.00                               | 0.60                                  | 0.20                                             | 2.40 | 0.60 | ใช้ได้ |
|                                      | 30                 | 1.00                              | 0.60                               | 0.60                                  | 0.20                                             | 2.40 | 0.60 | ใช้ได้ |
|                                      | 32                 | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้ |
|                                      | 34                 | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้ |
|                                      | 35                 | 1.00                              | 0.60                               | 1.00                                  | 0.60                                             | 3.20 | 0.80 | ใช้ได้ |
|                                      | 36                 | 1.00                              | 0.60                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้ |
|                                      | 37                 | 0.60                              | 0.60                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 3.20 | 0.80 | ใช้ได้ |
|                                      | 38                 | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้ |
|                                      | 39                 | 1.00                              | 1.00                               | 1.00                                  | 1.00                                             | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้ |
|                                      | 40                 | 0.60                              | 1.00                               | 1.00                                  | 0.60                                             | 3.20 | 0.80 | ใช้ได้ |

ตาราง 19 (ต่อ)

| ผลการ<br>เรียนรู้<br>ด้าน<br>ความรู้ | แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ผลการพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญ |          |            |             | รวม  | IOC  | แปลผล    |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------------------|----------|------------|-------------|------|------|----------|
|                                      |                    | ความ                        | ความ     | ความ       | ความ        |      |      |          |
|                                      |                    | ชัดเจน                      | เหมาะสม  | สอดคล้อง   | สอดคล้องของ |      |      |          |
|                                      |                    | ของข้อ                      | ของ      | กับ        | พฤติกรรมที่ |      |      |          |
|                                      |                    | คำถาม                       | ตัวเลือก | จุดประสงค์ | ต้องการวัด  |      |      |          |
|                                      |                    | 1                           | 2        | 3          | 4           |      |      |          |
|                                      | 41                 | 0.20                        | 0.80     | 0.80       | 0.80        | 2.60 | 0.65 | ใช้ได้   |
|                                      | 42                 | 0.60                        | 1.00     | 0.60       | 0.20        | 2.40 | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                      | 44                 | 1.00                        | 1.00     | 1.00       | 0.60        | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้   |
|                                      | 45                 | 1.00                        | 0.60     | 1.00       | 0.60        | 3.20 | 0.80 | ใช้ได้   |
|                                      | 46                 | 0.80                        | 0.80     | 0.60       | 0.20        | 2.40 | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                      | 47                 | 0.80                        | 0.80     | 0.60       | 0.20        | 2.40 | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                      | 48                 | 1.00                        | 1.00     | 1.00       | 1.00        | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                      | 49                 | 0.60                        | 0.40     | 0.80       | 0.80        | 2.60 | 0.65 | ใช้ได้   |
|                                      | 51                 | 1.00                        | 1.00     | 1.00       | 1.00        | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                      | 56                 | 1.00                        | 1.00     | 1.00       | 0.60        | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้   |
|                                      | 63                 | 1.00                        | 1.00     | 1.00       | 1.00        | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                      | 64                 | 1.00                        | 1.00     | 1.00       | 1.00        | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                      | 67                 | 0.80                        | 1.00     | 1.00       | 0.60        | 3.40 | 0.85 | ใช้ได้   |
|                                      | 68                 | 1.00                        | 1.00     | 1.00       | 1.00        | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                      | 70                 | 1.00                        | 1.00     | 1.00       | 0.80        | 3.80 | 0.95 | ใช้ได้   |
|                                      | 71                 | 1.00                        | 1.00     | 1.00       | 0.80        | 3.80 | 0.95 | ใช้ได้   |
|                                      | 75                 | 0.80                        | 1.00     | 1.00       | 0.60        | 3.40 | 0.85 | ใช้ได้   |
|                                      | 76                 | 1.00                        | 1.00     | 1.00       | 1.00        | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                      | 77                 | 0.80                        | 1.00     | 1.00       | 1.00        | 3.80 | 0.95 | ใช้ได้   |
|                                      | 79                 | 0.80                        | 1.00     | 1.00       | 0.80        | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้   |
|                                      | 80                 | 0.60                        | 0.60     | 0.60       | 0.40        | 2.20 | 0.55 | ใช้ได้   |
|                                      | 81                 | 1.00                        | 1.00     | 1.00       | 0.80        | 3.80 | 0.95 | ใช้ได้   |
|                                      | 82                 | 0.60                        | 0.60     | 0.60       | 0.40        | 2.20 | 0.55 | ใช้ได้   |
|                                      | 84                 | 1.00                        | 0.60     | 1.00       | 0.60        | 3.20 | 0.80 | ใช้ได้   |
|                                      | 85                 | 0.60                        | 0.60     | 0.60       | 0.60        | 2.40 | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                      | 86                 | 0.20                        | 0.60     | 0.60       | 0.40        | 1.80 | 0.45 | ปรับปรุง |
|                                      | 91                 | 1.00                        | 1.00     | 1.00       | 1.00        | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                      | 92                 | 1.00                        | 0.60     | 1.00       | 0.60        | 3.20 | 0.80 | ใช้ได้   |



ตาราง 19 (ต่อ)

| ผลการเรียนรู้<br>ด้าน<br>ความรู้ | แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ผลการพิจารณา(IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ |                                |                                   |                                              | รวม  | IOC  | แปลผล    |
|----------------------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|------|------|----------|
|                                  |                    | ความชัดเจน<br>ของข้อ<br>คำถาม     | ความเหมาะสม<br>ของ<br>ตัวเลือก | ความสอดคล้อง<br>กับ<br>จุดประสงค์ | ความสอดคล้องของ<br>พฤติกรรมที่<br>ต้องการวัด |      |      |          |
|                                  |                    | 1                                 | 2                              | 3                                 | 4                                            |      |      |          |
|                                  |                    |                                   |                                |                                   |                                              |      |      |          |
|                                  | 93                 | 1.00                              | 1.00                           | 1.00                              | 0.60                                         | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้   |
|                                  | 95                 | 1.00                              | 1.00                           | 1.00                              | 0.60                                         | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้   |
|                                  | 96                 | 1.00                              | 1.00                           | 1.00                              | 0.60                                         | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้   |
|                                  | 98                 | 1.00                              | 1.00                           | 1.00                              | 1.00                                         | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                  | 102                | 1.00                              | 1.00                           | 1.00                              | 0.60                                         | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้   |
|                                  | 103                | 0.60                              | 1.00                           | 1.00                              | 1.00                                         | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้   |
|                                  | 106                | 1.00                              | 1.00                           | 1.00                              | 1.00                                         | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                  | 108                | 1.00                              | 1.00                           | 1.00                              | 0.60                                         | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้   |
|                                  | 109                | 1.00                              | 1.00                           | 1.00                              | 0.60                                         | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้   |
|                                  | 110                | 1.00                              | 1.00                           | 1.00                              | 0.60                                         | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้   |
| 3. ด้าน                          | 9                  | 0.20                              | 0.60                           | 0.60                              | 0.60                                         | 2.00 | 0.50 | ใช้ได้   |
| การ                              | 50                 | 0.80                              | 0.80                           | 0.80                              | 0.80                                         | 3.20 | 0.80 | ใช้ได้   |
| เสาะ                             |                    |                                   |                                |                                   |                                              |      |      |          |
| แสวงหา                           | 54                 | 0.80                              | 0.80                           | 0.80                              | 0.60                                         | 3.00 | 0.75 | ใช้ได้   |
| ความรู้                          | 69                 | 0.20                              | 0.60                           | 0.40                              | 0.20                                         | 1.40 | 0.35 | ปรับปรุง |
|                                  | 72                 | 1.00                              | 1.00                           | 1.00                              | 1.00                                         | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                  | 73                 | 0.60                              | 0.60                           | 0.60                              | 0.60                                         | 2.40 | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                  | 94                 | 0.60                              | 1.00                           | 0.60                              | 0.20                                         | 2.40 | 0.60 | ใช้ได้   |
| 4. ด้าน                          | 10                 | 1.00                              | 1.00                           | 1.00                              | 1.00                                         | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้   |
| การนำ                            | 20                 | 1.00                              | 1.00                           | 1.00                              | 1.00                                         | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้   |
| ไปใช้                            | 23                 | 1.00                              | 1.00                           | 1.00                              | 1.00                                         | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                  | 65                 | 0.40                              | 0.80                           | 0.60                              | 0.20                                         | 2.00 | 0.50 | ใช้ได้   |
|                                  | 66                 | 0.60                              | 0.60                           | 0.60                              | 0.20                                         | 2.00 | 0.50 | ใช้ได้   |
|                                  | 87                 | 0.60                              | 0.40                           | 0.60                              | 0.20                                         | 1.80 | 0.4  | ปรับปรุง |
|                                  | 88                 | 1.00                              | 1.00                           | 1.00                              | 1.00                                         | 4.00 | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                  | 89                 | 0.60                              | 0.60                           | 0.60                              | 0.80                                         | 2.60 | 0.65 | ใช้ได้   |
|                                  | 97                 | 1.00                              | 0.60                           | 0.80                              | 0.80                                         | 3.20 | 0.80 | ใช้ได้   |
|                                  | 101                | 0.60                              | 1.00                           | 1.00                              | 1.00                                         | 3.60 | 0.90 | ใช้ได้   |

ตาราง 20 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

| ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ | แบบทดสอบข้อที่ | ผลการพิจารณาจาก ผชช. คนที่ |    |    |    |    | รวม | IOC  | แปลผล    |
|------------------------------|----------------|----------------------------|----|----|----|----|-----|------|----------|
|                              |                | 1                          | 2  | 3  | 4  | 5  |     |      |          |
| 1. ทักษะการสังเกต            | 1              | +1                         | +1 | 0  | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 2              | +1                         | +1 | 0  | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 3              | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 4              | -1                         | +1 | 0  | +1 | +1 | 2   | 0.40 | ปรับปรุง |
|                              | 5              | +1                         | +1 | 0  | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 6              | 0                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 7              | -1                         | +1 | 0  | +1 | +1 | 2   | 0.40 | ปรับปรุง |
|                              | 8              | 0                          | +1 | 0  | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 9              | +1                         | +1 | 0  | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 10             | +1                         | +1 | 0  | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
| 2. ทักษะการวัด               | 11             | 0                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 12             | 0                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 13             | 0                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 14             | 0                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 15             | +1                         | +1 | 0  | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
| 3. ทักษะการคำนวณ             | 16             | 0                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                              | 17             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 18             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 4. ทักษะการจำแนกประเภท       | 19             | -1                         | +1 | 0  | +1 | +1 | 2   | 0.40 | ปรับปรุง |
|                              | 20             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 21             | 0                          | +1 | 0  | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 22             | 0                          | +1 | 0  | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 23             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 24             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 25             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 26             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 27             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 28             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                              | 29             | +1                         | +1 | -1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                              | 30             | +1                         | 0  | 0  | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |

ตาราง 20 (ต่อ)

| ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์                              | แบบทดสอบข้อที่ | ผลการพิจารณาจาก ผชช. คนที่ |    |    |    |    | รวม | IOC  | แปลผล    |
|-----------------------------------------------------------|----------------|----------------------------|----|----|----|----|-----|------|----------|
|                                                           |                | 1                          | 2  | 3  | 4  | 5  |     |      |          |
| 5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา | 31             | 0                          | 0  | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                                           | 32             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                                           | 33             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                                           | 34             | +1                         | 0  | 0  | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                                           | 35             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                                           | 36             | +1                         | +1 | 0  | -1 | +1 | 2   | 0.40 | ปรับปรุง |
|                                                           | 37             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                                           | 38             | +1                         | +1 | 0  | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                                                           | 39             | +1                         | +1 | +1 | -1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                                           | 40             | 0                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
| 6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล                  | 41             | 0                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                                                           | 42             | 0                          | +1 | +1 | 0  | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                                           | 43             | 0                          | +1 | 0  | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                                           | 44             | +1                         | 0  | 0  | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                                           | 45             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                                           | 46             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                                           | 47             | 0                          | +1 | 0  | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                                           | 48             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                                           | 49             | -1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.75 | ใช้ได้   |
|                                                           | 50             | +1                         | +1 | 0  | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                                                           | 51             | +1                         | +1 | 0  | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                                                           | 52             | 0                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
| 7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล                         | 53             | -1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                                           | 54             | -1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                                           | 55             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                                           | 56             | +1                         | +1 | 0  | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                                                           | 57             | 0                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                                                           | 58             | +1                         | +1 | 0  | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                                                           | 59             | 0                          | +1 | 0  | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                                           | 60             | 0                          | +1 | 0  | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                                           | 61             | 0                          | +1 | 0  | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |

ตาราง 20 (ต่อ)

| ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์      | แบบทดสอบข้อที่ | ผลการพิจารณาจาก ผชช. คนที่ |    |    |    |    | รวม | IOC  | แปลผล    |
|-----------------------------------|----------------|----------------------------|----|----|----|----|-----|------|----------|
|                                   |                | 1                          | 2  | 3  | 4  | 5  |     |      |          |
| 7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล | 62             | +1                         | +1 | 0  | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                                   | 63             | +1                         | 0  | 0  | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                   | 64             | +1                         | +1 | 0  | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                                   | 65             | +1                         | +1 | 0  | 0  | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                   | 66             | +1                         | +1 | 0  | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                                   | 67             | +1                         | 0  | -1 | +1 | +1 | 2   | 0.40 | ปรับปรุง |
|                                   | 68             | 0                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                                   | 69             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                   | 70             | +1                         | +1 | 0  | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                                   | 71             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 8. ทักษะการพยากรณ์                | 72             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                   | 73             | 0                          | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                                   | 74             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                   | 75             | +1                         | 0  | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                                   | 76             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                   | 77             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                   | 78             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                   | 79             | +1                         | +1 | 0  | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
|                                   | 80             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                   | 81             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                   | 82             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                   | 83             | +1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
|                                   | 84             | -1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
|                                   | 85             | -1                         | +1 | +1 | +1 | +1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |

ตาราง 21 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

| แบบสอบถามข้อที่ | ผลการพิจารณา ผชช. คนที่ |    |    |    |    | รวม | IOC  | แปลผล    |
|-----------------|-------------------------|----|----|----|----|-----|------|----------|
|                 | 1                       | 2  | 3  | 4  | 5  |     |      |          |
| 1               | +1                      | +1 | +1 | +1 | -1 | 3   | 0.60 | ใช้ได้   |
| 2               | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 3               | -1                      | +1 | +1 | +1 | 0  | 2   | 0.40 | ปรับปรุง |
| 4               | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 5               | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 6               | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 7               | 0                       | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
| 8               | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 9               | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 10              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 11              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 12              | 0                       | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
| 13              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 14              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 15              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 16              | 0                       | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
| 17              | 0                       | +1 | +1 | +1 | +1 | 4   | 0.80 | ใช้ได้   |
| 18              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 19              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 20              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 21              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 22              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 23              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 24              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 25              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 26              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 27              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 28              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 29              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |
| 30              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้   |

ตาราง 21 (ต่อ)

| แบบสอบถามข้อที่ | ผลการพิจารณา ผชช. คนที่ |    |    |    |    | รวม | IOC  | แปลผล  |
|-----------------|-------------------------|----|----|----|----|-----|------|--------|
|                 | 1                       | 2  | 3  | 4  | 5  |     |      |        |
| 31              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 32              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 33              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 34              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 35              | +1                      | +1 | +1 | +1 | 0  | 4   | 0.80 | ใช้ได้ |
| 36              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 37              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 38              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 39              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 40              | +1                      | +1 | 0  | +1 | 0  | 3   | 0.60 | ใช้ได้ |
| 41              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 42              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 43              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 44              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 45              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 46              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 47              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 48              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 49              | +1                      | +1 | +1 | +1 | 0  | 4   | 0.80 | ใช้ได้ |
| 50              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 51              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 52              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 53              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 54              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 55              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 56              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 57              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 58              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 59              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |
| 60              | +1                      | +1 | +1 | +1 | +1 | 5   | 1.00 | ใช้ได้ |

## ภาคผนวก ง

- ตาราง แสดงการจำแนกข้อสอบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
- ตาราง แสดงการจำแนกข้อสอบผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
- ตาราง ข้อมูลคะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ จำนวน 40 ข้อ โดยการทดสอบกับนักเรียน จำนวน 100 คน
- ตาราง ผลการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย ( $p$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ โดยการทดสอบกับนักเรียน จำนวน 100 คน
- ตาราง ข้อมูลคะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ โดยการทดสอบกับนักเรียน จำนวน 100 คน
- ตาราง ผลการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย ( $p$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการทดสอบ กับนักเรียน จำนวน 100 คน

ตาราง 22 แสดงการจำแนกข้อสอบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

| ชุดกิจกรรม<br>วิทยาศาสตร์                                 | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                | พฤติกรรมที่ต้องการวัด |           |           |                 | รวม<br>(ข้อ) | ลำดับ<br>ความสำคัญ |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------------|--------------|--------------------|
|                                                           |                                                                                      | 1                     | 2         | 3         | 4               |              |                    |
| <u>ชุดกิจกรรม เรื่อง</u>                                  |                                                                                      |                       |           |           |                 |              |                    |
| <u>ระบบนิเวศ</u>                                          |                                                                                      |                       |           |           |                 |              |                    |
| เรื่องที่ 1 ระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน                     | 1. อธิบายความหมายของระบบนิเวศ กลุ่มสิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่ และประเภทของระบบนิเวศได้ | 1<br>(1)              | 2<br>(3)  |           |                 | 2            | 6                  |
| ตอนที่ 1 สำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน                   | 2. สำรวจและจำแนกระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียนได้                                         | 1<br>(2)              |           | 3<br>(4)  | 4<br>(5)        | 3            | 5                  |
| ตอนที่ 2 บทบาทของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน              | 3. บอกบทบาทหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้                                       |                       |           | (11)      |                 | 2            | 6                  |
| เรื่องที่ 2 สิ่งมีชีวิตในน้ำ                              | สำรวจสิ่งมีชีวิตระบบนิเวศในน้ำได้                                                    |                       | 2<br>(9)  | 3<br>(10) | 4<br>(7)<br>(8) | 4            | 4                  |
| เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในเชิงอาหาร         | อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในเชิงอาหาร                                          | 1<br>(12)             | 2<br>(13) | 3<br>(16) |                 | 8            | 2                  |
| <u>ชุดกิจกรรม เรื่อง</u>                                  |                                                                                      |                       |           |           |                 |              |                    |
| <u>สิ่งแวดล้อมในโรงเรียน</u>                              |                                                                                      |                       |           |           |                 |              |                    |
| เรื่องที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพในบริเวณโรงเรียน | 1. สามารถอธิบายความหมายของสิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพได้               | 1<br>(20)             | 2<br>(23) |           |                 | 4            | 4                  |
| ตอนที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพในบริเวณโรงเรียน             | 2. สามารถจำแนกสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพได้                                       | (21)                  |           |           |                 |              |                    |
| เรื่องที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพในบริเวณโรงเรียน          | 2. สามารถจำแนกสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพได้                                       | (22)                  |           |           |                 |              |                    |



ตาราง 22 (ต่อ)

| ชุดกิจกรรม<br>วิทยาศาสตร์                                   | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                | พฤติกรรมที่ต้องการวัด |                           |           |                                              | รวม<br>(ข้อ) | ลำดับ<br>ความสำคัญ |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------|----------------------------------------------|--------------|--------------------|
|                                                             |                                                                      | 1                     | 2                         | 3         | 4                                            |              |                    |
| ตอนที่ 2 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพบริเวณคลองหน้าโรงเรียน         |                                                                      |                       |                           |           |                                              |              |                    |
| เรื่องที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต    | เข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกันได้                     | 1<br>(24)             | 2<br>(25)<br>(26)<br>(27) |           |                                              | 5            | 3                  |
| เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต | เข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต           |                       | (28)                      | 3<br>(32) | 4<br>(33)<br>(34)<br>4                       | 3            | 5                  |
| เรื่องที่ 4 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมบริเวณโรงเรียน            | เข้าใจสภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมและวิธีการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นได้ | 1<br>(40)             | 2<br>(31)<br>(39)         |           | (29)<br>(30)<br>(35)<br>(36)<br>(37)<br>(38) | 9            | 1                  |
| รวม                                                         |                                                                      | 11                    | 12                        | 8         | 9                                            | 40           |                    |

หมายเหตุ พฤติกรรมที่ต้องการวัด

- 1 หมายถึง ด้านความรู้-ความจำ
- 2 หมายถึง ด้านความเข้าใจ
- 3 หมายถึง ด้านการเสาะแสวงหาความรู้
- 4 หมายถึง ด้านการนำไปใช้

**ตาราง 23** แสดงการจำแนกข้อสอบผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของชุดกิจกรรม  
วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

| ชุดกิจกรรม<br>วิทยาศาสตร์                                 | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                | พฤติกรรมที่ต้องการวัด |   |      |         |   |         |      |      | รวม<br>(ข้อ) | ลำดับ<br>ความ<br>สำคัญ |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---|------|---------|---|---------|------|------|--------------|------------------------|
|                                                           |                                                                                      | 1                     | 2 | 3    | 4       | 5 | 6       | 7    | 8    |              |                        |
| <u>ชุดกิจกรรม เรื่อง</u>                                  |                                                                                      |                       |   |      |         |   |         |      |      |              |                        |
| <u>ระบบนิเวศ</u>                                          |                                                                                      |                       |   |      |         |   |         |      |      |              |                        |
| เรื่องที่ 1 ระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน                     | 1. อธิบายความหมายของระบบนิเวศ กลุ่มสิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่ และประเภทของระบบนิเวศได้ | 4                     |   |      | 6       |   |         |      |      | 3            | 4                      |
|                                                           |                                                                                      | (12-13)               |   |      | (29)    |   |         |      |      |              |                        |
| ตอนที่ 1 สำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน                   | 2. สำรวจและจำแนกระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียนได้                                         | 4                     |   |      | 4       |   |         |      |      | 2            | 5                      |
|                                                           |                                                                                      | (15)                  |   |      | (19)    |   |         |      |      |              |                        |
| บริเวณโรงเรียน                                            | 3. บอกบทบาทหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้                                       | 4                     |   |      | 6       |   |         | 6    |      | 3            | 4                      |
| ตอนที่ 2 บทบาทของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน              |                                                                                      | (14)                  |   |      | (30)    |   |         | (32) |      |              |                        |
| <u>เรื่องที่ 2 สิ่งมีชีวิตในน้ำ</u>                       |                                                                                      |                       |   |      |         |   |         |      |      |              |                        |
|                                                           | สำรวจสิ่งมีชีวิตระบบนิเวศในน้ำได้                                                    | 1                     |   | 1    | 3       |   | 6       |      |      | 5            | 2                      |
|                                                           |                                                                                      | (1)                   |   | (4)  | (9)     |   | (26-27) |      |      |              |                        |
| <u>เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในเชิงอาหาร</u>  |                                                                                      |                       |   |      |         |   |         |      |      |              |                        |
|                                                           | อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในเชิงอาหาร                                          | 1                     |   | 4    | 6       |   | 7       |      |      | 5            | 2                      |
|                                                           |                                                                                      | (2)                   |   | (18) | (33)    |   | (34-35) |      |      |              |                        |
| <u>ชุดกิจกรรม เรื่อง</u>                                  |                                                                                      |                       |   |      |         |   |         |      |      |              |                        |
| <u>สิ่งแวดล้อมในโรงเรียน</u>                              |                                                                                      |                       |   |      |         |   |         |      |      |              |                        |
| เรื่องที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพในบริเวณโรงเรียน | 1. สามารถอธิบายความหมายของสิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพได้               | 1                     |   | 3    | 3       |   | 5       |      | 8    | 5            | 2                      |
|                                                           |                                                                                      | (5)                   |   | (10) | (11)    |   | (20)    |      | (40) |              |                        |
| ตอนที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพในบริเวณโรงเรียน             | 2. สามารถจำแนกสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพได้                                       | 2                     |   | 2    | 5       |   |         |      |      | 6            | 1                      |
|                                                           |                                                                                      | (6)                   |   | (8)  | (22-25) |   |         |      |      |              |                        |

ตาราง 23 (ต่อ)

| ชุดกิจกรรม<br>วิทยาศาสตร์                                   | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                | พฤติกรรมที่ต้องการวัด |         |      |   |   |   |   |   | รวม<br>(ข้อ) | ลำดับ<br>ความ<br>สำคัญ |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------|------|---|---|---|---|---|--------------|------------------------|
|                                                             |                                                                      | 1                     | 2       | 3    | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |              |                        |
| ตอนที่ 2 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพบริเวณคลองหน้าโรงเรียน         |                                                                      | 2                     | 6       | 6    |   |   |   |   |   | 3            | 4                      |
|                                                             |                                                                      | (7)                   | (28)    | (31) |   |   |   |   |   |              |                        |
| เรื่องที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต    | เข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกันได้                     | 1                     |         |      |   |   |   |   |   | 1            | 6                      |
|                                                             |                                                                      | (3)                   |         |      |   |   |   |   |   |              |                        |
| เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต | เข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต           | 7                     | 8       |      |   |   |   |   |   | 3            | 4                      |
|                                                             |                                                                      | (36)                  | (37-38) |      |   |   |   |   |   |              |                        |
| เรื่องที่ 4 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมบริเวณโรงเรียน            | เข้าใจสภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมและวิธีการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นได้ | 4                     | 5       | 8    |   |   |   |   |   | 4            | 3                      |
|                                                             |                                                                      | (16-17)               | (21)    | (39) |   |   |   |   |   |              |                        |
|                                                             | รวม                                                                  | 5                     | 3       | 3    | 8 | 6 | 8 | 3 | 4 | 40           |                        |

หมายเหตุ พฤติกรรมที่ต้องการวัดต่างๆ

- 1 หมายถึง ทักษะการสังเกต
- 2 หมายถึง ทักษะการวัด
- 3 หมายถึง ทักษะการคำนวณ
- 4 หมายถึง ทักษะการจำแนกประเภท
- 5 หมายถึง ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา
- 6 หมายถึง ทักษะการจัดกระทำข้อมูล
- 7 หมายถึง ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
- 8 หมายถึง ทักษะการพยากรณ์

**ตาราง 24** ข้อมูลคะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ จำนวน 40 ข้อ โดยการทดสอบ  
กับนักเรียน จำนวน 100 คน

| คนที่ | คะแนนรวม | คนที่ | คะแนนรวม | คนที่ | คะแนนรวม | คนที่      | คะแนนรวม  |
|-------|----------|-------|----------|-------|----------|------------|-----------|
| 1     | 34       | 26    | 28       | 51    | 25       | 76         | 21        |
| 2     | 33       | 27    | 28       | 52    | 25       | 77         | 20        |
| 3     | 33       | 28    | 28       | 53    | 25       | 78         | 20        |
| 4     | 33       | 29    | 27       | 54    | 25       | 79         | 20        |
| 5     | 32       | 30    | 27       | 55    | 24       | 80         | 20        |
| 6     | 31       | 31    | 27       | 56    | 24       | 81         | 20        |
| 7     | 31       | 32    | 27       | 57    | 24       | 82         | 20        |
| 8     | 31       | 33    | 27       | 58    | 23       | 83         | 20        |
| 9     | 30       | 34    | 27       | 59    | 23       | 84         | 20        |
| 10    | 30       | 35    | 27       | 60    | 23       | 85         | 20        |
| 11    | 30       | 36    | 27       | 61    | 23       | 86         | 20        |
| 12    | 30       | 37    | 27       | 62    | 23       | 87         | 20        |
| 13    | 30       | 38    | 26       | 63    | 23       | 88         | 19        |
| 14    | 29       | 39    | 26       | 64    | 23       | 89         | 19        |
| 15    | 29       | 40    | 26       | 65    | 22       | 90         | 19        |
| 16    | 29       | 41    | 26       | 66    | 22       | 91         | 19        |
| 17    | 29       | 42    | 26       | 67    | 22       | 92         | 18        |
| 18    | 28       | 43    | 26       | 68    | 22       | 93         | 18        |
| 19    | 28       | 44    | 26       | 69    | 21       | 94         | 15        |
| 20    | 28       | 45    | 26       | 70    | 21       | 95         | 15        |
| 21    | 28       | 46    | 26       | 71    | 21       | 96         | 14        |
| 22    | 28       | 47    | 26       | 72    | 21       | 97         | 14        |
| 23    | 28       | 48    | 25       | 73    | 21       | 98         | 13        |
| 24    | 28       | 49    | 25       | 74    | 21       | 99         | 13        |
| 25    | 28       | 50    | 25       | 75    | 21       | 100        | 12        |
|       |          |       |          |       |          | $\sum x$   | = 2427    |
|       |          |       |          |       |          | $\sum x^2$ | = 5890329 |

**ตาราง 25** ผลการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย ( $p$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ โดยการทดสอบกับนักเรียน จำนวน 100 คน

| ข้อที่ | pq    | คะแนน              |                    | p    | r     | ค่าความแปรปรวนรายข้อของแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก | พฤติกรรม (ด้าน)   |
|--------|-------|--------------------|--------------------|------|-------|--------------------------------------------------------|-------------------|
|        |       | กลุ่มสูง<br>(n=40) | กลุ่มต่ำ<br>(n=40) |      |       |                                                        |                   |
| 1      | 0.20  | 20                 | 13                 | 0.61 | 0.26  | 4.95                                                   | ความรู้-ความจำ    |
| 2      | 0.10  | 24                 | 12                 | 0.67 | 0.44  | 8.49                                                   | ความรู้-ความจำ    |
| 3      | 0.20  | 22                 | 12                 | 0.63 | 0.37  | 7.07                                                   | ความเข้าใจ        |
| 4      | 0.20  | 14                 | 7                  | 0.39 | 0.26  | 4.95                                                   | เสาะแสวงหาความรู้ |
| 5      | 0.10  | 23                 | 11                 | 0.63 | 0.44  | 8.49                                                   | การนำไปใช้        |
| 6      | 0.20  | 13                 | 5                  | 0.33 | 0.30  | 5.66                                                   | ความรู้-ความจำ    |
| 7      | 0.20  | 12                 | 6                  | 0.33 | 0.22  | 4.24                                                   | การนำไปใช้        |
| 8      | 0.20  | 17                 | 6                  | 0.43 | 0.41  | 7.78                                                   | การนำไปใช้        |
| 9      | 0.20  | 13                 | 3                  | 0.30 | 0.37  | 7.07                                                   | ความเข้าใจ        |
| 10     | 0.20  | 16                 | 6                  | 0.41 | 0.37  | 7.07                                                   | เสาะแสวงหาความรู้ |
| 11     | 0.20  | 11                 | 15                 | 0.48 | -0.15 | 2.83                                                   | เสาะแสวงหาความรู้ |
| 12     | 0.20  | 15                 | 5                  | 0.37 | 0.37  | 7.07                                                   | ความรู้-ความจำ    |
| 13     | 0.10  | 24                 | 15                 | 0.72 | 0.33  | 6.36                                                   | ความเข้าใจ        |
| 14     | 0.30  | 13                 | 8                  | 0.39 | 0.19  | 3.54                                                   | ความรู้-ความจำ    |
| 15     | 0.00  | 22                 | 20                 | 0.78 | 0.07  | 1.41                                                   | ความเข้าใจ        |
| 16     | 0.10  | 25                 | 15                 | 0.74 | 0.37  | 7.07                                                   | เสาะแสวงหาความรู้ |
| 17     | 0.20  | 9                  | 7                  | 0.30 | 0.07  | 1.41                                                   | ความเข้าใจ        |
| 18     | 0.20  | 17                 | 8                  | 0.46 | 0.33  | 6.36                                                   | ความรู้-ความจำ    |
| 19     | 0.10  | 23                 | 15                 | 0.70 | 0.30  | 5.66                                                   | เสาะแสวงหาความรู้ |
| 20     | -0.00 | 27                 | 16                 | 0.80 | 0.41  | 7.78                                                   | ความรู้-ความจำ    |
| 21     | 0.20  | 15                 | 0                  | 0.28 | 0.56  | 10.61                                                  | ความรู้-ความจำ    |
| 22     | 0.20  | 19                 | 4                  | 0.43 | 0.56  | 10.61                                                  | ความรู้-ความจำ    |
| 23     | 0.20  | 12                 | 6                  | 0.33 | 0.22  | 4.24                                                   | ความเข้าใจ        |

ตาราง 25 (ต่อ)

| ข้อที่  | pq    | คะแนน              |                    | p    | r    | ค่าความแปรปรวนรายข้อของแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก | พฤติกรรม (ด้าน)   |
|---------|-------|--------------------|--------------------|------|------|--------------------------------------------------------|-------------------|
|         |       | กลุ่มสูง<br>(n=40) | กลุ่มต่ำ<br>(n=40) |      |      |                                                        |                   |
| 24      | 0.00  | 23                 | 17                 | 0.74 | 0.22 | 4.24                                                   | ความรู้-ความจำ    |
| 25      | 0.20  | 15                 | 10                 | 0.46 | 0.19 | 3.54                                                   | ความเข้าใจ        |
| 26      | 0.20  | 10                 | 1                  | 0.20 | 0.33 | 6.36                                                   | ความเข้าใจ        |
| 27      | -0.00 | 26                 | 18                 | 0.81 | 0.30 | 5.66                                                   | ความเข้าใจ        |
| 28      | 0.20  | 20                 | 14                 | 0.63 | 0.22 | 4.24                                                   | ความเข้าใจ        |
| 29      | 0.20  | 12                 | 4                  | 0.30 | 0.30 | 5.66                                                   | การนำไปใช้        |
| 30      | 0.20  | 21                 | 9                  | 0.56 | 0.44 | 8.49                                                   | การนำไปใช้        |
| 31      | 0.00  | 24                 | 18                 | 0.78 | 0.22 | 4.24                                                   | ความเข้าใจ        |
| 32      | 0.20  | 12                 | 3                  | 0.28 | 0.33 | 6.36                                                   | เสาะแสวงหาความรู้ |
| 33      | 0.20  | 10                 | 5                  | 0.28 | 0.19 | 3.54                                                   | เสาะแสวงหาความรู้ |
| 34      | 0.20  | 11                 | 5                  | 0.30 | 0.22 | 4.24                                                   | เสาะแสวงหาความรู้ |
| 35      | 0.10  | 27                 | 11                 | 0.70 | 0.59 | 11.31                                                  | การนำไปใช้        |
| 36      | 0.10  | 22                 | 13                 | 0.65 | 0.33 | 6.36                                                   | การนำไปใช้        |
| 37      | 0.20  | 18                 | 13                 | 0.57 | 0.19 | 3.54                                                   | การนำไปใช้        |
| 38      | 0.20  | 15                 | 10                 | 0.46 | 0.19 | 3.54                                                   | การนำไปใช้        |
| 39      | 0.20  | 11                 | 7                  | 0.33 | 0.15 | 2.83                                                   | ความเข้าใจ        |
| 40      | 0.20  | 20                 | 5                  | 0.46 | 0.56 | 10.61                                                  | ความรู้-ความจำ    |
| pq =    |       | SD = 6.63          |                    |      |      |                                                        |                   |
| 8.41893 |       |                    |                    |      |      |                                                        |                   |

หาค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ โดยใช้สูตร KR-20

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\}$$

$$r_{tt} = \frac{40}{39} \left\{ 1 - \frac{8.41893}{37.125557} \right\}$$

$$r_{tt} = 0.7890111$$

**ตาราง 26** ข้อมูลคะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์  
จำนวน 40 ข้อ โดยการทดสอบกับนักเรียน จำนวน 100 คน

| คนที่ | คะแนนรวม | คนที่ | คะแนนรวม | คนที่ | คะแนนรวม | คนที่      | คะแนนรวม  |
|-------|----------|-------|----------|-------|----------|------------|-----------|
| 1     | 39       | 26    | 32       | 51    | 28       | 76         | 25        |
| 2     | 39       | 27    | 32       | 52    | 28       | 77         | 25        |
| 3     | 38       | 28    | 32       | 53    | 28       | 78         | 25        |
| 4     | 36       | 29    | 32       | 54    | 27       | 79         | 24        |
| 5     | 36       | 30    | 31       | 55    | 27       | 80         | 24        |
| 6     | 36       | 31    | 31       | 56    | 27       | 81         | 23        |
| 7     | 36       | 32    | 31       | 57    | 27       | 82         | 23        |
| 8     | 36       | 33    | 30       | 58    | 27       | 83         | 23        |
| 9     | 35       | 34    | 30       | 59    | 27       | 84         | 23        |
| 10    | 35       | 35    | 30       | 60    | 27       | 85         | 23        |
| 11    | 34       | 36    | 30       | 61    | 26       | 86         | 23        |
| 12    | 34       | 37    | 30       | 62    | 26       | 87         | 22        |
| 13    | 34       | 38    | 30       | 63    | 26       | 88         | 22        |
| 14    | 34       | 39    | 29       | 64    | 26       | 89         | 22        |
| 15    | 34       | 40    | 29       | 65    | 26       | 90         | 22        |
| 16    | 33       | 41    | 29       | 66    | 26       | 91         | 22        |
| 17    | 33       | 42    | 29       | 67    | 25       | 92         | 22        |
| 18    | 33       | 43    | 29       | 68    | 25       | 93         | 21        |
| 19    | 33       | 44    | 29       | 69    | 25       | 94         | 20        |
| 20    | 33       | 45    | 29       | 70    | 25       | 95         | 20        |
| 21    | 33       | 46    | 29       | 71    | 25       | 96         | 19        |
| 22    | 33       | 47    | 28       | 72    | 25       | 97         | 19        |
| 23    | 32       | 48    | 28       | 73    | 25       | 98         | 19        |
| 24    | 32       | 49    | 28       | 74    | 25       | 99         | 16        |
| 25    | 32       | 50    | 28       | 75    | 25       | 100        | 6         |
|       |          |       |          |       |          | $\sum x$   | = 2795    |
|       |          |       |          |       |          | $\sum x^2$ | = 7812025 |

**ตาราง 27** ผลการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการทดสอบกับนักเรียน จำนวน 100 คน

| ข้อที่ | pq    | คะแนน              |                    | p    | r    | ค่าความแปรปรวน<br>รายข้อของแบบทดสอบ<br>ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก | ทักษะกระบวนการ<br>ทางวิทยาศาสตร์ |
|--------|-------|--------------------|--------------------|------|------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|        |       | กลุ่มสูง<br>(n=40) | กลุ่มต่ำ<br>(n=40) |      |      |                                                                |                                  |
| 1      | 0.10  | 5                  | 1                  | 0.11 | 0.15 | 0.28                                                           | ทักษะการสังเกต                   |
| 2      | 0.20  | 15                 | 6                  | 0.39 | 0.33 | 0.04                                                           |                                  |
| 3      | 0.00  | 22                 | 18                 | 0.74 | 0.15 | 0.01                                                           |                                  |
| 4      | 0.20  | 17                 | 7                  | 0.44 | 0.37 | 0.02                                                           |                                  |
| 5      | 0.10  | 5                  | 2                  | 0.13 | 0.11 | 0.01                                                           |                                  |
| 6      | 0.20  | 15                 | 14                 | 0.54 | 0.04 | 0.01                                                           | ทักษะการวัด                      |
| 7      | 0.20  | 7                  | 5                  | 0.22 | 0.07 | 0.01                                                           |                                  |
| 8      | -0.00 | 23                 | 21                 | 0.81 | 0.07 | 0.01                                                           |                                  |
| 9      | -0.00 | 24                 | 23                 | 0.87 | 0.04 | 0.01                                                           | ทักษะการคำนวณ                    |
| 10     | 0.20  | 20                 | 7                  | 0.50 | 0.48 | 0.01                                                           |                                  |
| 11     | -0.00 | 26                 | 22                 | 0.89 | 0.15 | 0.01                                                           |                                  |
| 12     | 0.10  | 24                 | 11                 | 0.65 | 0.48 | 0.01                                                           | ทักษะการจำแนก<br>ประเภท          |
| 13     | 0.00  | 26                 | 15                 | 0.76 | 0.41 | 0.01                                                           |                                  |
| 14     | 0.20  | 20                 | 14                 | 0.63 | 0.22 | 0.01                                                           |                                  |
| 15     | 0.20  | 7                  | 3                  | 0.19 | 0.15 | 0.01                                                           |                                  |
| 16     | 0.10  | 6                  | 1                  | 0.13 | 0.19 | 0.01                                                           |                                  |
| 17     | 0.10  | 23                 | 16                 | 0.72 | 0.26 | 0.01                                                           |                                  |
| 18     | 0.20  | 23                 | 8                  | 0.57 | 0.56 | 0.001                                                          |                                  |
| 19     | -0.00 | 26                 | 20                 | 0.85 | 0.22 | 0.01                                                           |                                  |
| 20     | 0.20  | 18                 | 12                 | 0.56 | 0.22 | 0.01                                                           | ทักษะการหาความ<br>สัมพันธ์สเปซ   |
| 21     | 0.20  | 19                 | 8                  | 0.50 | 0.41 | 0.01                                                           |                                  |
| 22     | 0.10  | 25                 | 13                 | 0.70 | 0.44 | 0.01                                                           |                                  |
| 23     | 0.10  | 25                 | 15                 | 0.74 | 0.37 | 0.01                                                           |                                  |
| 24     | 0.30  | 15                 | 6                  | 0.39 | 0.33 | 0.01                                                           |                                  |
| 25     | 0.20  | 10                 | 3                  | 0.24 | 0.26 | 0.01                                                           |                                  |
| 26     | 0.10  | 24                 | 12                 | 0.67 | 0.44 | 0.01                                                           | การจัดกระทำข้อมูล                |
| 27     | 0.20  | 6                  | 2                  | 0.15 | 0.15 | 0.01                                                           |                                  |



ตาราง 27 (ต่อ)

| ข้อที่ | pq    | คะแนน              |                    | p    | r       | ค่าความแปรปรวน<br>รายข้อของแบบทดสอบ<br>ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก | ทักษะกระบวนการ<br>ทางวิทยาศาสตร์ |
|--------|-------|--------------------|--------------------|------|---------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|        |       | กลุ่มสูง<br>(n=40) | กลุ่มต่ำ<br>(n=40) |      |         |                                                                |                                  |
| 28     | 0.10  | 21                 | 18                 | 0.72 | 0.11    | 0.01                                                           | การจัดกระทำ<br>ข้อมูล            |
| 29     | 0.10  | 21                 | 14                 | 0.65 | 0.26    | 0.01                                                           |                                  |
| 30     | 0.20  | 17                 | 9                  | 0.48 | 0.30    | 0.01                                                           |                                  |
| 31     | -0.00 | 24                 | 21                 | 0.83 | 0.11    | 0.01                                                           |                                  |
| 32     | 0.10  | 23                 | 13                 | 0.67 | 0.37    | 0.01                                                           |                                  |
| 33     | 0.00  | 25                 | 14                 | 0.72 | 0.41    | 0.01                                                           |                                  |
| 34     | 0.20  | 13                 | 8                  | 0.39 | 0.19    | 0.01                                                           | ทักษะการลง                       |
| 35     | -0.00 | 25                 | 23                 | 0.89 | 0.07    | 0.01                                                           | ความคิดเห็น                      |
| 36     | 0.10  | 26                 | 10                 | 0.67 | 0.59    | 0.01                                                           | ทักษะการพยากรณ์                  |
| 37     | 0.20  | 11                 | 8                  | 0.35 | 0.11    | 0.01                                                           |                                  |
| 38     | 0.20  | 11                 | 3                  | 0.26 | 0.30    | 0.01                                                           |                                  |
| 39     | -0.00 | 27                 | 16                 | 0.80 | 0.41    | 0.01                                                           |                                  |
| 40     | -0.00 | 26                 | 20                 | 0.85 | 0.22    | 0.01                                                           |                                  |
|        |       |                    |                    | Pq=  | 5.05102 | SD.= 8.80                                                      |                                  |

หาค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\}$$

$$r_{tt} = \frac{40}{39} \left\{ 1 - \frac{8.41493}{47.744768} \right\}$$

$$r_{tt} = 0.8405631$$

## ภาคผนวก จ

- ตาราง แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบกับนักเรียน จำนวน 9 คน
- ตาราง แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน โดยการทดสอบกับนักเรียน จำนวน 9 คน
- ตาราง แสดงเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ด้านต่างๆ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบนักเรียน จำนวน 40 คน
- ตาราง แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน
- ตาราง แสดงเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ทักษะต่างๆ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน
- ตาราง แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน โดยการทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน
- ตาราง แสดงคะแนนจิตอนุรักษสิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมของนักเรียน โดยการทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน

ตาราง 28 แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบกับนักเรียน จำนวน 9 คน

| คนที่     | คะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ |               |                    |               |                           |               |                   |               | คะแนนรวม<br>(40) |               |
|-----------|-------------------------------|---------------|--------------------|---------------|---------------------------|---------------|-------------------|---------------|------------------|---------------|
|           | ความรู้-<br>ความจำ<br>(11)    |               | ความเข้าใจ<br>(12) |               | เสาะแสวงหา<br>ความรู้ (8) |               | การนำไปใช้<br>(9) |               |                  |               |
|           | ก่อน<br>เรียน                 | หลัง<br>เรียน | ก่อน<br>เรียน      | หลัง<br>เรียน | ก่อน<br>เรียน             | หลัง<br>เรียน | ก่อน<br>เรียน     | หลัง<br>เรียน | ก่อน<br>เรียน    | หลัง<br>เรียน |
|           |                               |               |                    |               |                           |               |                   |               |                  |               |
| 1         | 9                             | 10            | 11                 | 9             | 5                         | 6             | 5                 | 7             | 30               | 32            |
| 2         | 6                             | 9             | 9                  | 9             | 4                         | 5             | 5                 | 6             | 24               | 29            |
| 3         | 8                             | 8             | 7                  | 9             | 6                         | 7             | 6                 | 7             | 27               | 31            |
| 4         | 6                             | 11            | 6                  | 10            | 4                         | 6             | 4                 | 4             | 20               | 31            |
| 5         | 7                             | 11            | 8                  | 10            | 3                         | 5             | 3                 | 6             | 21               | 32            |
| 6         | 8                             | 11            | 6                  | 9             | 4                         | 5             | 4                 | 5             | 22               | 30            |
| 7         | 6                             | 10            | 7                  | 9             | 5                         | 6             | 4                 | 5             | 22               | 30            |
| 8         | 7                             | 9             | 7                  | 9             | 6                         | 7             | 6                 | 7             | 26               | 32            |
| 9         | 5                             | 8             | 4                  | 7             | 3                         | 5             | 3                 | 5             | 15               | 25            |
| รวม       | 62                            | 87            | 65                 | 81            | 40                        | 52            | 40                | 52            | 207              | 272           |
| ค่าเฉลี่ย | 6.88                          | 9.66          | 7.22               | 9.00          | 4.44                      | 5.77          | 4.44              | 5.77          | 23               | 30.22         |

ตาราง 29 แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน จำนวน 9 คน

| คนที่     | คะแนนผลการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ |           |           |           |             |           |           |           |               |           |           |           |                     |           |           |           |                                       |           |           |           |                        |           |           |           |                                   |           |           |           |                 |  |  |  |                  |  |
|-----------|------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------|--|--|--|------------------|--|
|           | ทักษะการสังเกต                                 |           |           |           | ทักษะการวัด |           |           |           | ทักษะการคำนวณ |           |           |           | ทักษะการจำแนกประเภท |           |           |           | ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส (6) |           |           |           | ทักษะการจัดกระทำข้อมูล |           |           |           | ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล(3) |           |           |           | ทักษะการพยากรณ์ |  |  |  | คะแนนรวม<br>(40) |  |
|           | (5)                                            |           | (3)       |           | (3)         |           | (8)       |           | (8)           |           | (6)       |           | (8)                 |           | (3)       |           | (3)                                   |           | (4)       |           | (4)                    |           | (3)       |           | (4)                               |           | (4)       |           |                 |  |  |  |                  |  |
|           |                                                |           |           |           |             |           |           |           |               |           |           |           |                     |           |           |           |                                       |           |           |           |                        |           |           |           |                                   |           |           |           |                 |  |  |  |                  |  |
| ก่อนเรียน | หลังเรียน                                      | ก่อนเรียน | หลังเรียน | ก่อนเรียน | หลังเรียน   | ก่อนเรียน | หลังเรียน | ก่อนเรียน | หลังเรียน     | ก่อนเรียน | หลังเรียน | ก่อนเรียน | หลังเรียน           | ก่อนเรียน | หลังเรียน | ก่อนเรียน | หลังเรียน                             | ก่อนเรียน | หลังเรียน | ก่อนเรียน | หลังเรียน              | ก่อนเรียน | หลังเรียน | ก่อนเรียน | หลังเรียน                         | ก่อนเรียน | หลังเรียน | ก่อนเรียน | หลังเรียน       |  |  |  |                  |  |
| 1         | 3                                              | 3         | 3         | 3         | 3           | 3         | 3         | 8         | 8             | 5         | 6         | 6         | 7                   | 3         | 3         | 3         | 3                                     | 2         | 2         | 3         | 3                      | 3         | 3         | 2         | 2                                 | 3         | 3         | 3         | 35              |  |  |  |                  |  |
| 2         | 4                                              | 3         | 3         | 3         | 3           | 3         | 3         | 6         | 7             | 2         | 4         | 5         | 4                   | 2         | 2         | 2         | 2                                     | 2         | 3         | 2         | 3                      | 2         | 2         | 2         | 2                                 | 3         | 2         | 2         | 29              |  |  |  |                  |  |
| 3         | 2                                              | 3         | 3         | 3         | 3           | 3         | 3         | 5         | 7             | 4         | 5         | 6         | 6                   | 2         | 2         | 2         | 2                                     | 2         | 2         | 2         | 2                      | 2         | 2         | 2         | 2                                 | 2         | 2         | 2         | 31              |  |  |  |                  |  |
| 4         | 4                                              | 3         | 1         | 3         | 3           | 3         | 3         | 8         | 7             | 2         | 6         | 6         | 8                   | 3         | 3         | 3         | 3                                     | 3         | 4         | 3         | 3                      | 3         | 3         | 3         | 3                                 | 4         | 3         | 3         | 37              |  |  |  |                  |  |
| 5         | 3                                              | 4         | 3         | 3         | 3           | 3         | 3         | 6         | 8             | 3         | 4         | 5         | 6                   | 3         | 3         | 3         | 3                                     | 3         | 2         | 2         | 2                      | 2         | 2         | 2         | 2                                 | 2         | 2         | 2         | 33              |  |  |  |                  |  |
| 6         | 4                                              | 3         | 2         | 3         | 3           | 3         | 3         | 7         | 6             | 1         | 2         | 5         | 6                   | 3         | 3         | 3         | 3                                     | 3         | 4         | 4         | 4                      | 4         | 4         | 4         | 4                                 | 4         | 4         | 4         | 30              |  |  |  |                  |  |
| 7         | 3                                              | 3         | 2         | 3         | 3           | 3         | 3         | 5         | 7             | 1         | 2         | 4         | 6                   | 2         | 3         | 3         | 3                                     | 3         | 4         | 4         | 4                      | 4         | 4         | 4         | 4                                 | 4         | 4         | 4         | 31              |  |  |  |                  |  |
| 8         | 4                                              | 4         | 1         | 3         | 3           | 3         | 3         | 5         | 6             | 2         | 4         | 5         | 7                   | 3         | 1         | 3         | 1                                     | 2         | 2         | 2         | 2                      | 2         | 2         | 2         | 2                                 | 2         | 2         | 2         | 30              |  |  |  |                  |  |
| 9         | 3                                              | 4         | 2         | 3         | 3           | 3         | 3         | 4         | 7             | 2         | 3         | 7         | 8                   | 2         | 3         | 2         | 3                                     | 2         | 3         | 2         | 3                      | 2         | 2         | 2         | 2                                 | 3         | 2         | 3         | 34              |  |  |  |                  |  |
| รวม       | 30                                             | 30        | 20        | 27        | 26          | 27        | 54        | 63        | 63            | 22        | 36        | 49        | 58                  | 23        | 23        | 23        | 23                                    | 23        | 24        | 26        | 26                     | 26        | 26        | 26        | 26                                | 26        | 26        | 26        | 280             |  |  |  |                  |  |
| $\bar{X}$ | 3.33                                           | 3.33      | 2.22      | 9.00      | 2.88        | 9.00      | 6.00      | 7.00      | 7.00          | 2.44      | 4.00      | 5.44      | 6.44                | 2.55      | 2.55      | 2.55      | 2.55                                  | 2.55      | 2.66      | 2.88      | 2.88                   | 2.88      | 2.88      | 2.88      | 2.88                              | 2.88      | 2.88      | 2.88      | 32.22           |  |  |  |                  |  |
| SD.       | 0.70                                           | 0.50      | 0.83      | 0.00      | 0.33        | 0.00      | 1.41      | 0.70      | 0.70          | 1.33      | 0.88      | 0.88      | 1.23                | 0.52      | 0.72      | 0.72      | 0.72                                  | 0.86      | 0.92      | 0.92      | 0.92                   | 0.92      | 0.92      | 0.92      | 0.92                              | 0.92      | 0.92      | 0.92      | 2.68            |  |  |  |                  |  |

**ตาราง 30** แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม  
ด้านต่างๆ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน

| น.ร.<br>คนที่ | ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ |           |          |          |     |           |           |          |          |     | D  | D <sup>2</sup> |
|---------------|--------------------------|-----------|----------|----------|-----|-----------|-----------|----------|----------|-----|----|----------------|
|               | ก่อนเรียน                |           |          |          |     | หลังเรียน |           |          |          |     |    |                |
|               | 1<br>(11)                | 2<br>(12) | 3<br>(8) | 4<br>(9) | รวม | 1<br>(11) | 2<br>(12) | 3<br>(8) | 4<br>(9) | รวม |    |                |
| 1             | 7                        | 8         | 5        | 5        | 25  | 8         | 9         | 5        | 5        | 27  | 2  | 4              |
| 2             | 6                        | 5         | 4        | 5        | 20  | 7         | 8         | 6        | 7        | 28  | 8  | 64             |
| 3             | 6                        | 7         | 6        | 7        | 26  | 8         | 9         | 7        | 8        | 32  | 6  | 36             |
| 4             | 5                        | 6         | 6        | 5        | 22  | 9         | 9         | 5        | 8        | 31  | 9  | 81             |
| 5             | 5                        | 4         | 4        | 2        | 15  | 7         | 7         | 5        | 6        | 25  | 10 | 100            |
| 6             | 5                        | 6         | 4        | 5        | 20  | 10        | 11        | 8        | 8        | 37  | 17 | 289            |
| 7             | 4                        | 3         | 4        | 4        | 15  | 8         | 7         | 4        | 6        | 25  | 10 | 100            |
| 8             | 4                        | 5         | 3        | 3        | 15  | 7         | 8         | 3        | 4        | 22  | 7  | 49             |
| 9             | 2                        | 3         | 1        | 2        | 8   | 7         | 8         | 6        | 6        | 27  | 19 | 361            |
| 10            | 6                        | 5         | 8        | 7        | 26  | 7         | 9         | 7        | 6        | 29  | 3  | 9              |
| 11            | 5                        | 6         | 5        | 6        | 22  | 8         | 8         | 7        | 7        | 30  | 8  | 64             |
| 12            | 3                        | 5         | 4        | 4        | 16  | 4         | 5         | 5        | 6        | 20  | 4  | 16             |
| 13            | 5                        | 5         | 4        | 6        | 20  | 6         | 7         | 7        | 8        | 28  | 8  | 64             |
| 14            | 7                        | 8         | 6        | 7        | 28  | 8         | 8         | 7        | 5        | 28  | 0  | 0              |
| 15            | 2                        | 4         | 6        | 4        | 16  | 6         | 6         | 4        | 5        | 21  | 5  | 25             |
| 16            | 5                        | 5         | 6        | 7        | 23  | 8         | 9         | 7        | 9        | 33  | 10 | 100            |
| 17            | 5                        | 5         | 5        | 3        | 18  | 7         | 8         | 4        | 6        | 25  | 7  | 49             |
| 18            | 3                        | 4         | 5        | 3        | 15  | 8         | 7         | 5        | 6        | 26  | 11 | 121            |
| 19            | 5                        | 5         | 5        | 4        | 19  | 7         | 8         | 5        | 7        | 27  | 8  | 64             |
| 20            | 4                        | 5         | 6        | 4        | 19  | 5         | 6         | 6        | 5        | 22  | 3  | 9              |
| 21            | 5                        | 4         | 5        | 6        | 20  | 7         | 9         | 7        | 9        | 32  | 12 | 144            |
| 22            | 6                        | 5         | 5        | 6        | 22  | 6         | 6         | 5        | 5        | 22  | 0  | 0              |
| 23            | 6                        | 5         | 5        | 7        | 23  | 8         | 7         | 5        | 7        | 27  | 4  | 16             |
| 24            | 8                        | 8         | 7        | 6        | 29  | 7         | 6         | 6        | 7        | 26  | 3  | 9              |
| 25            | 5                        | 5         | 4        | 4        | 18  | 5         | 7         | 5        | 6        | 23  | 5  | 25             |
| 26            | 4                        | 5         | 4        | 5        | 18  | 7         | 8         | 7        | 7        | 29  | 11 | 121            |
| 27            | 6                        | 7         | 6        | 6        | 25  | 7         | 8         | 7        | 8        | 30  | 5  | 25             |



**ตาราง 31** แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม  
ด้านความรู้-ความจำ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน

| นร.<br>คนที่ | ความรู้ – ความจำ |                |           |                | D | D <sup>2</sup> |
|--------------|------------------|----------------|-----------|----------------|---|----------------|
|              | ก่อนเรียน        |                | หลังเรียน |                |   |                |
|              | ✖                | ✖ <sup>2</sup> | ✖         | ✖ <sup>2</sup> |   |                |
| 1            | 7                | 49             | 8         | 64             | 1 | 1              |
| 2            | 6                | 36             | 7         | 49             | 1 | 1              |
| 3            | 6                | 36             | 8         | 64             | 2 | 4              |
| 4            | 5                | 25             | 9         | 81             | 4 | 16             |
| 5            | 5                | 25             | 7         | 49             | 2 | 4              |
| 6            | 5                | 25             | 10        | 100            | 5 | 25             |
| 7            | 4                | 16             | 8         | 64             | 4 | 16             |
| 8            | 4                | 16             | 7         | 49             | 3 | 9              |
| 9            | 2                | 4              | 7         | 49             | 5 | 25             |
| 10           | 6                | 36             | 7         | 49             | 1 | 1              |
| 11           | 5                | 25             | 8         | 64             | 3 | 9              |
| 12           | 3                | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 13           | 5                | 25             | 6         | 36             | 1 | 1              |
| 14           | 7                | 49             | 8         | 64             | 1 | 1              |
| 15           | 2                | 4              | 6         | 36             | 4 | 16             |
| 16           | 5                | 25             | 8         | 64             | 3 | 9              |
| 17           | 5                | 25             | 7         | 49             | 2 | 4              |
| 18           | 3                | 9              | 8         | 64             | 5 | 25             |
| 19           | 5                | 25             | 7         | 49             | 2 | 4              |
| 20           | 4                | 16             | 5         | 25             | 1 | 1              |
| 21           | 5                | 25             | 7         | 46             | 2 | 4              |
| 22           | 6                | 36             | 6         | 36             | 0 | 0              |
| 23           | 6                | 36             | 8         | 64             | 2 | 4              |
| 24           | 8                | 64             | 7         | 49             | 1 | 1              |
| 25           | 5                | 25             | 5         | 25             | 0 | 0              |
| 26           | 4                | 16             | 7         | 49             | 3 | 9              |
| 27           | 6                | 36             | 7         | 49             | 1 | 1              |
| 28           | 4                | 16             | 5         | 25             | 1 | 1              |
| 29           | 6                | 36             | 10        | 100            | 4 | 16             |

ตาราง 31 (ต่อ)

| นร.<br>คนที่ | ความรู้ – ความจำ |                   |           |                   | D     | D <sup>2</sup>       |
|--------------|------------------|-------------------|-----------|-------------------|-------|----------------------|
|              | ก่อนเรียน        |                   | หลังเรียน |                   |       |                      |
|              | ✖                | ✖ <sup>2</sup>    | ✖         | ✖ <sup>2</sup>    |       |                      |
| 30           | 8                | 64                | 10        | 100               | 2     | 4                    |
| 31           | 5                | 25                | 6         | 36                | 1     | 1                    |
| 32           | 7                | 49                | 8         | 49                | 1     | 1                    |
| 33           | 8                | 64                | 10        | 100               | 2     | 4                    |
| 34           | 5                | 25                | 7         | 49                | 2     | 4                    |
| 35           | 6                | 36                | 9         | 81                | 3     | 9                    |
| 36           | 7                | 49                | 8         | 64                | 1     | 1                    |
| 37           | 8                | 64                | 9         | 81                | 1     | 1                    |
| 38           | 4                | 16                | 9         | 81                | 5     | 25                   |
| 39           | 4                | 16                | 8         | 64                | 4     | 16                   |
| 40           | 4                | 16                | 10        | 100               | 6     | 36                   |
| ∑✖           | ∑✖ = 210         | ∑✖ <sup>2</sup> = | ∑✖ =      | ∑✖ <sup>2</sup> = | ∑D=95 | ∑D <sup>2</sup> =312 |
|              |                  | 1194              | 301       | 2229              |       |                      |
| $\bar{x}$    | 5.25             | 59.7              | 7.53      | 55.73             |       |                      |
| SD.          | 1.53             |                   | 0.96      |                   |       |                      |
| SD.          | 1.89             |                   |           |                   |       |                      |
| t-test       | 10.09            |                   |           |                   |       |                      |



**ตาราง 32** แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม  
ด้านความเข้าใจ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน

| นร.<br>คนที่ | ความเข้าใจ |                |           |                | D | D <sup>2</sup> |
|--------------|------------|----------------|-----------|----------------|---|----------------|
|              | ก่อนเรียน  |                | หลังเรียน |                |   |                |
|              | ✖          | ✖ <sup>2</sup> | ✖         | ✖ <sup>2</sup> |   |                |
| 1            | 8          | 64             | 9         | 81             | 1 | 1              |
| 2            | 5          | 25             | 8         | 64             | 3 | 9              |
| 3            | 7          | 49             | 9         | 81             | 2 | 4              |
| 4            | 6          | 36             | 9         | 81             | 3 | 9              |
| 5            | 4          | 16             | 7         | 49             | 3 | 9              |
| 6            | 6          | 36             | 11        | 121            | 5 | 25             |
| 7            | 3          | 9              | 7         | 49             | 4 | 16             |
| 8            | 5          | 25             | 8         | 64             | 3 | 9              |
| 9            | 3          | 9              | 8         | 64             | 5 | 25             |
| 10           | 5          | 25             | 9         | 81             | 4 | 16             |
| 11           | 6          | 36             | 8         | 64             | 2 | 4              |
| 12           | 5          | 25             | 5         | 25             | 0 | 0              |
| 13           | 5          | 25             | 7         | 49             | 2 | 4              |
| 14           | 8          | 64             | 8         | 64             | 0 | 0              |
| 15           | 4          | 16             | 6         | 36             | 2 | 4              |
| 16           | 5          | 25             | 8         | 64             | 3 | 9              |
| 17           | 5          | 25             | 7         | 49             | 2 | 4              |
| 18           | 4          | 16             | 8         | 64             | 4 | 16             |
| 19           | 5          | 25             | 7         | 49             | 2 | 4              |
| 20           | 5          | 25             | 5         | 25             | 0 | 0              |
| 21           | 4          | 16             | 7         | 49             | 3 | 9              |
| 22           | 5          | 25             | 6         | 36             | 1 | 1              |
| 23           | 5          | 25             | 8         | 64             | 3 | 9              |
| 24           | 8          | 64             | 7         | 49             | 1 | 1              |
| 25           | 5          | 25             | 5         | 25             | 0 | 0              |
| 26           | 5          | 25             | 7         | 49             | 2 | 4              |
| 27           | 7          | 49             | 7         | 49             | 0 | 0              |
| 28           | 3          | 9              | 5         | 25             | 2 | 4              |
| 29           | 7          | 49             | 10        | 100            | 3 | 9              |

ตาราง 32 (ต่อ)

| นร.<br>คนที่    | ความเข้าใจ            |                     |                   |                   | D           | D <sup>2</sup> |
|-----------------|-----------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------|----------------|
|                 | ก่อนเรียน             |                     | หลังเรียน         |                   |             |                |
|                 | ✖                     | ✖ <sup>2</sup>      | ✖                 | ✖ <sup>2</sup>    |             |                |
| 30              | 8                     | 64                  | 10                | 100               | 4           | 16             |
| 31              | 5                     | 25                  | 6                 | 36                | 1           | 1              |
| 32              | 7                     | 49                  | 8                 | 64                | 1           | 1              |
| 33              | 8                     | 64                  | 10                | 100               | 2           | 4              |
| 34              | 5                     | 25                  | 7                 | 49                | 2           | 4              |
| 35              | 6                     | 36                  | 9                 | 81                | 3           | 9              |
| 36              | 7                     | 49                  | 8                 | 64                | 1           | 1              |
| 37              | 8                     | 64                  | 9                 | 81                | 1           | 1              |
| 38              | 4                     | 16                  | 9                 | 81                | 5           | 25             |
| 39              | 4                     | 16                  | 8                 | 64                | 4           | 16             |
| 40              | 4                     | 16                  | 10                | 100               | 6           | 36             |
| $\sum \text{✖}$ | $\sum \text{✖} = 225$ | $\sum \text{✖}^2 =$ | $\sum \text{✖} =$ | $\sum \text{✖}^2$ | $\sum D=95$ | $\sum D^2=319$ |
|                 |                       | 1287                | 325               | =2490             |             |                |
| $\overline{x}$  | 5.63                  | 32.18               | 8.13              | 62.25             |             |                |
| SD.             | 1.50                  |                     | 1.49              |                   |             |                |
| SD.             |                       |                     | 1.87              |                   |             |                |
| t-test          |                       |                     | 9.70              |                   |             |                |

**ตาราง 33** แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม  
ด้านการเสาะแสวงหาความรู้ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบกับนักเรียน  
จำนวน 40 คน

| นร.<br>คนที่ | เสาะแสวงหาความรู้ |                |           |                |   |                |
|--------------|-------------------|----------------|-----------|----------------|---|----------------|
|              | ก่อนเรียน         |                | หลังเรียน |                | D | D <sup>2</sup> |
|              | ✖                 | ✖ <sup>2</sup> | ✖         | ✖ <sup>2</sup> |   |                |
| 1            | 5                 | 25             | 5         | 25             | 0 | 0              |
| 2            | 4                 | 16             | 6         | 36             | 2 | 4              |
| 3            | 6                 | 36             | 7         | 49             | 1 | 1              |
| 4            | 6                 | 36             | 5         | 25             | 1 | 1              |
| 5            | 4                 | 16             | 5         | 25             | 1 | 1              |
| 6            | 4                 | 16             | 8         | 64             | 4 | 16             |
| 7            | 4                 | 16             | 4         | 16             | 0 | 0              |
| 8            | 3                 | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 9            | 1                 | 1              | 6         | 36             | 5 | 25             |
| 10           | 8                 | 64             | 7         | 49             | 1 | 1              |
| 11           | 5                 | 25             | 7         | 49             | 2 | 4              |
| 12           | 4                 | 16             | 5         | 25             | 1 | 1              |
| 13           | 4                 | 16             | 7         | 49             | 3 | 9              |
| 14           | 6                 | 36             | 7         | 49             | 1 | 1              |
| 15           | 6                 | 36             | 4         | 16             | 2 | 4              |
| 16           | 6                 | 36             | 7         | 49             | 1 | 1              |
| 17           | 5                 | 25             | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 18           | 5                 | 25             | 5         | 25             | 0 | 0              |
| 19           | 5                 | 25             | 5         | 25             | 0 | 0              |
| 20           | 6                 | 36             | 6         | 36             | 0 | 0              |
| 21           | 5                 | 25             | 7         | 49             | 2 | 4              |
| 22           | 5                 | 25             | 5         | 25             | 5 | 25             |
| 23           | 5                 | 25             | 5         | 25             | 5 | 25             |
| 24           | 7                 | 49             | 6         | 36             | 1 | 1              |
| 25           | 4                 | 16             | 5         | 25             | 1 | 1              |
| 26           | 4                 | 16             | 7         | 49             | 3 | 9              |
| 27           | 6                 | 36             | 7         | 49             | 1 | 1              |
| 28           | 5                 | 25             | 7         | 49             | 2 | 4              |
| 29           | 8                 | 64             | 7         | 49             | 1 | 1              |

ตาราง 33 (ต่อ)

| นร.<br>คนที่    | การเสาะแสวงหาความรู้  |                     |                   |                   | D           | D <sup>2</sup> |
|-----------------|-----------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------|----------------|
|                 | ก่อนเรียน             |                     | หลังเรียน         |                   |             |                |
|                 | ✖                     | ✖ <sup>2</sup>      | ✖                 | ✖ <sup>2</sup>    |             |                |
| 30              | 7                     | 49                  | 7                 | 49                | 0           | 0              |
| 31              | 5                     | 25                  | 7                 | 49                | 2           | 4              |
| 32              | 6                     | 36                  | 6                 | 36                | 0           | 0              |
| 33              | 6                     | 36                  | 8                 | 64                | 2           | 4              |
| 34              | 4                     | 16                  | 5                 | 25                | 1           | 1              |
| 35              | 4                     | 16                  | 7                 | 49                | 3           | 9              |
| 36              | 6                     | 36                  | 6                 | 36                | 0           | 0              |
| 37              | 7                     | 49                  | 8                 | 64                | 1           | 1              |
| 38              | 6                     | 36                  | 7                 | 49                | 1           | 1              |
| 39              | 7                     | 49                  | 8                 | 64                | 1           | 1              |
| 40              | 8                     | 64                  | 8                 | 64                | 0           | 0              |
| $\sum \text{✖}$ | $\sum \text{✖} = 212$ | $\sum \text{✖}^2 =$ | $\sum \text{✖} =$ | $\sum \text{✖}^2$ | $\sum D=58$ | $\sum D^2=162$ |
|                 |                       | 1204                | 246               | =1578             |             |                |
| $\bar{x}$       | 5.30                  | 30.10               | 6.15              | 39.45             |             |                |
| SD.             | 1.44                  |                     | 1.29              |                   |             |                |
| SD.             |                       |                     | 1.42              |                   |             |                |
| t-test          |                       |                     | 6.49              |                   |             |                |

**ตาราง 34** แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม  
ด้านการนำไปใช้ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน

| นร.<br>คนที่ | การนำไปใช้ |                |           |                | D | D <sup>2</sup> |
|--------------|------------|----------------|-----------|----------------|---|----------------|
|              | ก่อนเรียน  |                | หลังเรียน |                |   |                |
|              | ✖          | ✖ <sup>2</sup> | ✖         | ✖ <sup>2</sup> |   |                |
| 1            | 5          | 25             | 5         | 25             | 0 | 0              |
| 2            | 5          | 25             | 7         | 49             | 2 | 4              |
| 3            | 7          | 49             | 8         | 64             | 1 | 1              |
| 4            | 5          | 25             | 8         | 64             | 3 | 9              |
| 5            | 2          | 4              | 6         | 36             | 4 | 16             |
| 6            | 5          | 25             | 8         | 64             | 3 | 9              |
| 7            | 4          | 16             | 6         | 36             | 2 | 4              |
| 8            | 3          | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 9            | 2          | 4              | 6         | 36             | 4 | 16             |
| 10           | 7          | 49             | 6         | 36             | 1 | 1              |
| 11           | 6          | 36             | 7         | 49             | 1 | 1              |
| 12           | 4          | 16             | 6         | 36             | 2 | 4              |
| 13           | 6          | 36             | 8         | 64             | 2 | 4              |
| 14           | 7          | 49             | 5         | 25             | 2 | 4              |
| 15           | 4          | 16             | 5         | 25             | 1 | 1              |
| 16           | 7          | 49             | 9         | 81             | 2 | 4              |
| 17           | 3          | 9              | 6         | 36             | 3 | 9              |
| 18           | 3          | 9              | 6         | 36             | 3 | 9              |
| 19           | 4          | 16             | 7         | 49             | 3 | 9              |
| 20           | 4          | 16             | 5         | 25             | 1 | 1              |
| 21           | 6          | 36             | 9         | 81             | 3 | 9              |
| 22           | 6          | 36             | 5         | 25             | 1 | 1              |
| 23           | 7          | 49             | 7         | 49             | 0 | 0              |
| 24           | 6          | 36             | 7         | 49             | 1 | 1              |
| 25           | 4          | 16             | 6         | 36             | 2 | 4              |
| 26           | 5          | 25             | 7         | 49             | 2 | 4              |
| 27           | 6          | 36             | 8         | 64             | 2 | 4              |
| 28           | 3          | 9              | 5         | 25             | 2 | 4              |
| 29           | 6          | 36             | 8         | 64             | 2 | 4              |

ตาราง 34 (ต่อ)

| นร.<br>คนที่ | การนำไปใช้ |                        |           |                       | D     | D <sup>2</sup>       |
|--------------|------------|------------------------|-----------|-----------------------|-------|----------------------|
|              | ก่อนเรียน  |                        | หลังเรียน |                       |       |                      |
|              | ✖          | ✖ <sup>2</sup>         | ✖         | ✖ <sup>2</sup>        |       |                      |
| 30           | 7          | 49                     | 8         | 64                    | 1     | 1                    |
| 31           | 8          | 64                     | 9         | 81                    | 1     | 1                    |
| 32           | 6          | 36                     | 6         | 36                    | 0     | 0                    |
| 33           | 6          | 36                     | 7         | 49                    | 1     | 1                    |
| 34           | 6          | 36                     | 8         | 64                    | 2     | 4                    |
| 35           | 5          | 25                     | 6         | 36                    | 1     | 1                    |
| 36           | 7          | 49                     | 7         | 49                    | 0     | 0                    |
| 37           | 6          | 36                     | 7         | 49                    | 1     | 1                    |
| 38           | 3          | 9                      | 6         | 36                    | 3     | 9                    |
| 39           | 3          | 9                      | 7         | 49                    | 4     | 16                   |
| 40           | 3          | 9                      | 7         | 49                    | 4     | 16                   |
| Σ✖           | Σ✖ = 202   | Σ✖ <sup>2</sup> = 1120 | Σ✖ = 268  | Σ✖ <sup>2</sup> =1856 | ΣD=74 | ΣD <sup>2</sup> =188 |
| $\bar{x}$    | 5.05       | 28                     | 6.70      | 51.40                 |       |                      |
| SD.          | 1.60       |                        | 1.24      |                       |       |                      |
| SD.          |            |                        | 1.64      |                       |       |                      |
| t-test       |            |                        | 10.22     |                       |       |                      |

ตาราง 35 แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับ  
นักเรียน จำนวน 40 คน

| นักเรียนคนที่ | สอบก่อน | สอบหลัง | ผลต่างของคะแนน (D) | D <sup>2</sup> |
|---------------|---------|---------|--------------------|----------------|
| 1             | 25      | 27      | 2                  | 4              |
| 2             | 20      | 28      | 8                  | 64             |
| 3             | 26      | 32      | 6                  | 36             |
| 4             | 22      | 31      | 9                  | 81             |
| 5             | 15      | 25      | 10                 | 100            |
| 6             | 20      | 37      | 17                 | 289            |
| 7             | 15      | 25      | 10                 | 100            |
| 8             | 15      | 22      | 7                  | 49             |
| 9             | 8       | 27      | 19                 | 361            |
| 10            | 26      | 29      | 3                  | 9              |
| 11            | 22      | 30      | 8                  | 64             |
| 12            | 16      | 20      | 4                  | 16             |
| 13            | 20      | 28      | 8                  | 64             |
| 14            | 28      | 28      | 0                  | 0              |
| 15            | 16      | 21      | 5                  | 25             |
| 16            | 23      | 33      | 10                 | 100            |
| 17            | 18      | 25      | 7                  | 49             |
| 18            | 15      | 26      | 11                 | 121            |
| 19            | 19      | 27      | 8                  | 64             |
| 20            | 19      | 22      | 3                  | 9              |
| 21            | 20      | 32      | 12                 | 144            |
| 22            | 22      | 22      | 0                  | 0              |
| 23            | 23      | 27      | 4                  | 16             |
| 24            | 29      | 26      | 3                  | 9              |
| 25            | 18      | 23      | 5                  | 25             |
| 26            | 18      | 29      | 11                 | 121            |
| 27            | 25      | 30      | 5                  | 25             |
| 28            | 15      | 24      | 9                  | 81             |
| 29            | 27      | 37      | 10                 | 100            |
| 30            | 30      | 35      | 5                  | 25             |

ตาราง 35 (ต่อ)

| นักเรียนคนที่ | สอบก่อน | สอบหลัง | ผลต่างของคะแนน (D) | D <sup>2</sup>    |
|---------------|---------|---------|--------------------|-------------------|
| 31            | 24      | 29      | 5                  | 25                |
| 32            | 27      | 28      | 1                  | 1                 |
| 33            | 27      | 35      | 8                  | 64                |
| 34            | 22      | 29      | 7                  | 49                |
| 35            | 20      | 31      | 11                 | 121               |
| 36            | 25      | 31      | 6                  | 36                |
| 37            | 30      | 32      | 8                  | 64                |
| 38            | 18      | 30      | 12                 | 144               |
| 39            | 21      | 32      | 11                 | 121               |
| 40            | 20      | 35      | 15                 | 225               |
|               |         |         | $\sum D = 303$     | $\sum D^2 = 3001$ |

ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 ใช้ t – test dependent (พวงรัตน์ ทวีรัตน์.2543:165) โดยคำนวณจากสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\frac{\sqrt{n \sum D^2 - (\sum D)^2}}{n-1}}$$

$$t = \frac{303}{\frac{\sqrt{(120040) - (91809)}}{39}}$$

$$t = \frac{303}{\frac{\sqrt{28231}}{39}}$$

$$t = 4.308$$



**ตาราง 36** แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ทักษะการสังเกต จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับ นักเรียนจำนวน 40 คน

| นร.<br>คนที่ | ทักษะการสังเกต |                |           |                | D | D <sup>2</sup> |
|--------------|----------------|----------------|-----------|----------------|---|----------------|
|              | ก่อนเรียน      |                | หลังเรียน |                |   |                |
|              | ✂              | ✂ <sup>2</sup> | ✂         | ✂ <sup>2</sup> |   |                |
| 1            | 3              | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 2            | 2              | 4              | 4         | 16             | 2 | 4              |
| 3            | 3              | 9              | 5         | 25             | 2 | 4              |
| 4            | 3              | 9              | 5         | 25             | 2 | 4              |
| 5            | 3              | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 6            | 4              | 16             | 4         | 16             | 0 | 0              |
| 7            | 4              | 16             | 5         | 25             | 1 | 1              |
| 8            | 4              | 16             | 5         | 25             | 1 | 1              |
| 9            | 2              | 4              | 4         | 16             | 2 | 4              |
| 10           | 4              | 16             | 5         | 25             | 1 | 1              |
| 11           | 3              | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 12           | 3              | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 13           | 4              | 16             | 4         | 16             | 0 | 0              |
| 14           | 5              | 25             | 5         | 25             | 0 | 0              |
| 15           | 2              | 4              | 4         | 16             | 2 | 4              |
| 16           | 4              | 16             | 5         | 25             | 1 | 1              |
| 17           | 4              | 16             | 4         | 16             | 0 | 0              |
| 18           | 3              | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 19           | 3              | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 20           | 4              | 16             | 4         | 16             | 0 | 0              |
| 21           | 3              | 9              | 5         | 25             | 2 | 4              |
| 22           | 2              | 4              | 4         | 16             | 2 | 4              |
| 23           | 3              | 9              | 5         | 25             | 2 | 4              |
| 24           | 4              | 16             | 4         | 16             | 0 | 0              |
| 25           | 2              | 4              | 4         | 16             | 2 | 4              |
| 26           | 5              | 25             | 5         | 25             | 0 | 0              |
| 27           | 3              | 9              | 5         | 25             | 2 | 4              |
| 28           | 2              | 4              | 4         | 16             | 2 | 4              |
| 29           | 3              | 9              | 5         | 25             | 2 | 4              |

ตาราง 36 (ต่อ)

| นร.<br>คนที่ | ทักษะการสังเกต |                       |           |                      | D     | D <sup>2</sup>      |
|--------------|----------------|-----------------------|-----------|----------------------|-------|---------------------|
|              | ก่อนเรียน      |                       | หลังเรียน |                      |       |                     |
|              | ✖              | ✖ <sup>2</sup>        | ✖         | ✖ <sup>2</sup>       |       |                     |
| 30           | 5              | 25                    | 5         | 25                   | 0     | 0                   |
| 31           | 2              | 4                     | 4         | 16                   | 2     | 4                   |
| 32           | 3              | 9                     | 4         | 16                   | 1     | 1                   |
| 33           | 2              | 4                     | 3         | 9                    | 1     | 1                   |
| 34           | 5              | 25                    | 5         | 25                   | 0     | 0                   |
| 35           | 5              | 25                    | 5         | 25                   | 0     | 0                   |
| 36           | 5              | 25                    | 5         | 25                   | 0     | 0                   |
| 37           | 5              | 25                    | 5         | 25                   | 0     | 0                   |
| 38           | 5              | 25                    | 5         | 25                   | 0     | 0                   |
| 39           | 4              | 16                    | 5         | 25                   | 1     | 1                   |
| 40           | 4              | 16                    | 5         | 25                   | 1     | 1                   |
| Σ✖           | Σ✖ = 139       | Σ✖ <sup>2</sup> = 525 | Σ✖ = 177  | Σ✖ <sup>2</sup> =799 | ΣD=38 | ΣD <sup>2</sup> =64 |
| $\bar{x}$    | 3.47           | 13.13                 | 4.43      | 19.98                |       |                     |
| SD.          | 1.04           |                       | 0.64      |                      |       |                     |
| SD.          |                |                       | 0.97      |                      |       |                     |
| t-test       |                |                       | 7.10      |                      |       |                     |

**ตาราง 37** แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ทักษะการวัด จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับ นักเรียนจำนวน 40 คน

| นร.<br>คนที่ | ทักษะการวัด |                |           |                | D | D <sup>2</sup> |
|--------------|-------------|----------------|-----------|----------------|---|----------------|
|              | ก่อนเรียน   |                | หลังเรียน |                |   |                |
|              | ✂           | ✂ <sup>2</sup> | ✂         | ✂ <sup>2</sup> |   |                |
| 1            | 2           | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 2            | 3           | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 3            | 3           | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 4            | 2           | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 5            | 2           | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 6            | 3           | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 7            | 3           | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 8            | 3           | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 9            | 1           | 1              | 2         | 4              | 1 | 1              |
| 10           | 3           | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 11           | 2           | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 12           | 2           | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 13           | 2           | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 14           | 2           | 4              | 4         | 16             | 2 | 4              |
| 15           | 3           | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 16           | 3           | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 17           | 2           | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 18           | 2           | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 19           | 2           | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 20           | 3           | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 21           | 3           | 9              | 2         | 4              | 1 | 1              |
| 22           | 2           | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 23           | 2           | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 24           | 3           | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 25           | 3           | 9              | 2         | 4              | 1 | 1              |
| 26           | 2           | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 27           | 3           | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 28           | 2           | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 29           | 2           | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |

ตาราง 37 (ต่อ)

| นร.<br>คนที่ | ทักษะการวัด |                       |           |                       | D     | D <sup>2</sup>      |
|--------------|-------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-------|---------------------|
|              | ก่อนเรียน   |                       | หลังเรียน |                       |       |                     |
|              | ✖           | ✖ <sup>2</sup>        | ✖         | ✖ <sup>2</sup>        |       |                     |
| 30           | 3           | 9                     | 3         | 9                     | 0     | 0                   |
| 31           | 3           | 9                     | 3         | 9                     | 0     | 0                   |
| 32           | 3           | 9                     | 3         | 9                     | 0     | 0                   |
| 33           | 2           | 4                     | 2         | 4                     | 0     | 0                   |
| 34           | 3           | 9                     | 2         | 4                     | 1     | 1                   |
| 35           | 3           | 9                     | 3         | 9                     | 0     | 0                   |
| 36           | 3           | 9                     | 3         | 9                     | 0     | 0                   |
| 37           | 3           | 9                     | 3         | 9                     | 0     | 0                   |
| 38           | 2           | 4                     | 2         | 4                     | 0     | 0                   |
| 39           | 2           | 4                     | 3         | 9                     | 1     | 1                   |
| 40           | 3           | 9                     | 3         | 9                     | 0     | 0                   |
| <hr/>        |             |                       |           |                       |       |                     |
| Σ✖           | Σ✖ = 100    | Σ✖ <sup>2</sup> = 262 | Σ✖ = 106  | Σ✖ <sup>2</sup> = 292 |       |                     |
| <hr/>        |             |                       |           |                       | ΣD=12 | ΣD <sup>2</sup> =14 |
| $\bar{x}$    | 2.5         | 6.55                  | 2.65      | 7.30                  |       |                     |
| <hr/>        |             |                       |           |                       |       |                     |
| SD.          | 0.55        |                       | 2.17      |                       |       |                     |
| <hr/>        |             |                       |           |                       |       |                     |
| SD.          | 1.66        |                       |           |                       |       |                     |
| <hr/>        |             |                       |           |                       |       |                     |
| t-test       | 3.67        |                       |           |                       |       |                     |

**ตาราง 38** แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ทักษะการคำนวณ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับ นักเรียน จำนวน 40 คน

| นร.<br>คนที่ | ทักษะการคำนวณ |                |           |                | D | D <sup>2</sup> |
|--------------|---------------|----------------|-----------|----------------|---|----------------|
|              | ก่อนเรียน     |                | หลังเรียน |                |   |                |
|              | ✖             | ✖ <sup>2</sup> | ✖         | ✖ <sup>2</sup> |   |                |
| 1            | 2             | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 2            | 3             | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 3            | 2             | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 4            | 3             | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 5            | 2             | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 6            | 2             | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 7            | 3             | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 8            | 3             | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 9            | 2             | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 10           | 3             | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 11           | 2             | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 12           | 3             | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 13           | 2             | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 14           | 3             | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 15           | 1             | 1              | 3         | 9              | 2 | 4              |
| 16           | 2             | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 17           | 2             | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 18           | 2             | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 19           | 2             | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 20           | 3             | 9              | 2         | 4              | 1 | 1              |
| 21           | 2             | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 22           | 2             | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 23           | 2             | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 24           | 2             | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 25           | 2             | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 26           | 2             | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 27           | 3             | 9              | 2         | 4              | 1 | 1              |
| 28           | 2             | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 29           | 3             | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |

ตาราง 38 (ต่อ)

| นร.<br>คนที่ | ทักษะการคำนวณ |                       |           |                       | D       | D <sup>2</sup>       |
|--------------|---------------|-----------------------|-----------|-----------------------|---------|----------------------|
|              | ก่อนเรียน     |                       | หลังเรียน |                       |         |                      |
|              | ✖             | ✖ <sup>2</sup>        | ✖         | ✖ <sup>2</sup>        |         |                      |
| 30           | 3             | 9                     | 3         | 9                     | 0       | 0                    |
| 31           | 2             | 4                     | 3         | 9                     | 1       | 1                    |
| 32           | 2             | 4                     | 3         | 9                     | 1       | 1                    |
| 33           | 2             | 4                     | 2         | 4                     | 0       | 0                    |
| 34           | 2             | 4                     | 2         | 4                     | 0       | 0                    |
| 35           | 3             | 9                     | 3         | 9                     | 0       | 0                    |
| 36           | 3             | 9                     | 3         | 9                     | 0       | 0                    |
| 37           | 3             | 9                     | 3         | 9                     | 0       | 0                    |
| 38           | 3             | 9                     | 3         | 9                     | 0       | 0                    |
| 39           | 3             | 9                     | 3         | 9                     | 0       | 0                    |
| 40           | 3             | 9                     | 3         | 9                     | 0       | 0                    |
| Σ✖           | Σ✖ = 96       | Σ✖ <sup>2</sup> = 242 | Σ✖ = 112  | Σ✖ <sup>2</sup> = 320 | ΣD = 20 | ΣD <sup>2</sup> = 22 |
| $\bar{x}$    | 2.40          | 6.05                  | 2.80      | 8.00                  |         |                      |
| SD.          | 0.50          |                       | 0.40      |                       |         |                      |
| SD.          |               |                       | 0.51      |                       |         |                      |
| t-test       |               |                       | 5.69      |                       |         |                      |

**ตาราง 39** แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ทักษะการจำแนกประเภท จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน

| นร.<br>คนที่ | ทักษะการจำแนกประเภท |                |           |                | D | D <sup>2</sup> |
|--------------|---------------------|----------------|-----------|----------------|---|----------------|
|              | ก่อนเรียน           |                | หลังเรียน |                |   |                |
|              | ✖                   | ✖ <sup>2</sup> | ✖         | ✖ <sup>2</sup> |   |                |
| 1            | 5                   | 25             | 6         | 36             | 1 | 1              |
| 2            | 4                   | 16             | 5         | 25             | 1 | 1              |
| 3            | 5                   | 25             | 7         | 49             | 2 | 4              |
| 4            | 4                   | 16             | 6         | 36             | 2 | 4              |
| 5            | 2                   | 4              | 4         | 16             | 2 | 4              |
| 6            | 5                   | 25             | 5         | 25             | 0 | 0              |
| 7            | 4                   | 16             | 5         | 25             | 1 | 1              |
| 8            | 3                   | 9              | 5         | 25             | 2 | 4              |
| 9            | 4                   | 16             | 5         | 25             | 1 | 1              |
| 10           | 5                   | 25             | 6         | 36             | 1 | 1              |
| 11           | 3                   | 9              | 5         | 25             | 2 | 4              |
| 12           | 3                   | 9              | 6         | 36             | 3 | 9              |
| 13           | 3                   | 9              | 5         | 25             | 2 | 4              |
| 14           | 6                   | 36             | 6         | 36             | 0 | 0              |
| 15           | 2                   | 4              | 5         | 25             | 3 | 9              |
| 16           | 4                   | 16             | 6         | 36             | 2 | 4              |
| 17           | 4                   | 16             | 4         | 16             | 0 | 0              |
| 18           | 3                   | 9              | 5         | 25             | 2 | 4              |
| 19           | 3                   | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 20           | 4                   | 16             | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 21           | 4                   | 16             | 5         | 25             | 1 | 1              |
| 22           | 4                   | 16             | 4         | 16             | 0 | 0              |
| 23           | 3                   | 9              | 6         | 36             | 3 | 9              |
| 24           | 4                   | 16             | 5         | 25             | 1 | 1              |
| 25           | 2                   | 4              | 5         | 25             | 3 | 9              |
| 26           | 5                   | 25             | 6         | 36             | 1 | 1              |
| 27           | 4                   | 16             | 6         | 36             | 2 | 4              |
| 28           | 3                   | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 29           | 2                   | 4              | 6         | 36             | 4 | 16             |

ตาราง 39 (ต่อ)

| นร.<br>คนที่ | ทักษะการจำแนกประเภท |                       |           |                       | D     | D <sup>2</sup>       |
|--------------|---------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-------|----------------------|
|              | ก่อนเรียน           |                       | หลังเรียน |                       |       |                      |
|              | ✖                   | ✖ <sup>2</sup>        | ✖         | ✖ <sup>2</sup>        |       |                      |
| 30           | 4                   | 16                    | 8         | 64                    | 4     | 16                   |
| 31           | 3                   | 9                     | 5         | 25                    | 2     | 4                    |
| 32           | 3                   | 9                     | 6         | 36                    | 3     | 9                    |
| 33           | 4                   | 16                    | 5         | 25                    | 1     | 1                    |
| 34           | 6                   | 36                    | 5         | 25                    | 1     | 1                    |
| 35           | 6                   | 36                    | 8         | 64                    | 2     | 4                    |
| 36           | 5                   | 25                    | 5         | 25                    | 0     | 0                    |
| 37           | 6                   | 36                    | 6         | 36                    | 0     | 0                    |
| 38           | 4                   | 16                    | 4         | 16                    | 0     | 0                    |
| 39           | 5                   | 25                    | 5         | 25                    | 0     | 0                    |
| 40           | 4                   | 16                    | 5         | 25                    | 0     | 0                    |
| Σ✖           | Σ✖ = 157            | Σ✖ <sup>2</sup> = 665 | Σ✖ = 211  | Σ✖ <sup>2</sup> =1157 | ΣD=57 | ΣD <sup>2</sup> =133 |
| $\bar{x}$    | 3.93                | 16.63                 | 5.28      | 28.93                 |       |                      |
| SD.          | 1.11                |                       | 1.06      |                       |       |                      |
| SD.          |                     |                       | 1.27      |                       |       |                      |
| t-test       |                     |                       | 7.82      |                       |       |                      |



**ตาราง 40** แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและสเปสกับเวลา จากการทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน

| นร.<br>คนที่ | ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา |                |           |                |   |                |
|--------------|--------------------------------------------------------|----------------|-----------|----------------|---|----------------|
|              | ก่อนเรียน                                              |                | หลังเรียน |                | D | D <sup>2</sup> |
|              | ✖                                                      | ✖ <sup>2</sup> | ✖         | ✖ <sup>2</sup> |   |                |
| 1            | 3                                                      | 9              | 6         | 36             | 3 | 9              |
| 2            | 3                                                      | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 3            | 3                                                      | 9              | 6         | 36             | 3 | 9              |
| 4            | 4                                                      | 16             | 5         | 25             | 1 | 1              |
| 5            | 2                                                      | 4              | 5         | 25             | 3 | 9              |
| 6            | 3                                                      | 9              | 5         | 25             | 2 | 4              |
| 7            | 4                                                      | 16             | 5         | 25             | 1 | 1              |
| 8            | 4                                                      | 16             | 6         | 36             | 2 | 4              |
| 9            | 3                                                      | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 10           | 3                                                      | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 11           | 3                                                      | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 12           | 3                                                      | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 13           | 2                                                      | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 14           | 5                                                      | 25             | 3         | 9              | 2 | 4              |
| 15           | 2                                                      | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 16           | 3                                                      | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 17           | 2                                                      | 4              | 4         | 16             | 2 | 4              |
| 18           | 3                                                      | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 19           | 2                                                      | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 20           | 2                                                      | 4              | 4         | 16             | 2 | 4              |
| 21           | 3                                                      | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 22           | 3                                                      | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 23           | 3                                                      | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 24           | 3                                                      | 9              | 5         | 25             | 2 | 4              |
| 25           | 2                                                      | 4              | 4         | 16             | 2 | 4              |
| 26           | 4                                                      | 16             | 4         | 16             | 0 | 0              |
| 27           | 4                                                      | 16             | 4         | 16             | 0 | 0              |
| 28           | 2                                                      | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 29           | 3                                                      | 9              | 5         | 25             | 2 | 4              |

ตาราง 40 (ต่อ)

| นร.<br>คนที่                                                                                                   | ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา |                |           |                |               |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------|-----------|----------------|---------------|-----------------|
|                                                                                                                | ก่อนเรียน                                              |                | หลังเรียน |                | D             | D <sup>2</sup>  |
|                                                                                                                | ✖                                                      | ✖ <sup>2</sup> | ✖         | ✖ <sup>2</sup> |               |                 |
| 30                                                                                                             | 5                                                      | 25             | 5         | 25             | 0             | 0               |
| 31                                                                                                             | 4                                                      | 16             | 4         | 16             | 0             | 0               |
| 32                                                                                                             | 5                                                      | 25             | 4         | 16             | 1             | 1               |
| 33                                                                                                             | 4                                                      | 16             | 3         | 9              | 1             | 1               |
| 34                                                                                                             | 4                                                      | 16             | 5         | 25             | 1             | 1               |
| 35                                                                                                             | 5                                                      | 25             | 6         | 36             | 1             | 1               |
| 36                                                                                                             | 5                                                      | 25             | 5         | 25             | 0             | 0               |
| 37                                                                                                             | 5                                                      | 25             | 6         | 36             | 1             | 1               |
| 38                                                                                                             | 2                                                      | 4              | 4         | 16             | 2             | 4               |
| 39                                                                                                             | 4                                                      | 16             | 4         | 16             | 0             | 0               |
| 40                                                                                                             | 5                                                      | 25             | 5         | 25             | 0             | 0               |
| $\sum \text{✖}$ $\sum \text{✖} = 134$ $\sum \text{✖}^2 =$ $\sum \text{✖} = 171$ $\sum \text{✖}^2 = 911$<br>490 |                                                        |                |           |                |               |                 |
| $\bar{x}$                                                                                                      | 3.35                                                   | 12.25          | 4.28      | 22.78          | $\sum D = 45$ | $\sum D^2 = 81$ |
| SD.                                                                                                            | 1.02                                                   |                | 0.96      |                |               |                 |
| SD.                                                                                                            |                                                        |                | 1.09      |                |               |                 |
| t-test                                                                                                         |                                                        |                | 8.06      |                |               |                 |

**ตาราง 41** แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ทักษะการจัดกระทำข้อมูล จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน

| นร.<br>คนที่ | ทักษะการจัดกระทำข้อมูล |                |           |                | D | D <sup>2</sup> |
|--------------|------------------------|----------------|-----------|----------------|---|----------------|
|              | ก่อนเรียน              |                | หลังเรียน |                |   |                |
|              | ✖                      | ✖ <sup>2</sup> | ✖         | ✖ <sup>2</sup> |   |                |
| 1            | 4                      | 16             | 5         | 25             | 1 | 1              |
| 2            | 5                      | 25             | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 3            | 4                      | 16             | 6         | 36             | 2 | 4              |
| 4            | 3                      | 9              | 5         | 25             | 2 | 4              |
| 5            | 4                      | 16             | 4         | 16             | 0 | 0              |
| 6            | 4                      | 16             | 5         | 25             | 1 | 1              |
| 7            | 5                      | 25             | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 8            | 4                      | 16             | 4         | 16             | 0 | 0              |
| 9            | 3                      | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 10           | 4                      | 16             | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 11           | 3                      | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 12           | 3                      | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 13           | 4                      | 16             | 4         | 16             | 0 | 0              |
| 14           | 5                      | 25             | 6         | 36             | 1 | 1              |
| 15           | 2                      | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 16           | 4                      | 16             | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 17           | 3                      | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 18           | 3                      | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 19           | 3                      | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 20           | 3                      | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 21           | 3                      | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 22           | 3                      | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 23           | 5                      | 25             | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 24           | 4                      | 16             | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 25           | 2                      | 4              | 4         | 16             | 2 | 4              |
| 26           | 3                      | 9              | 5         | 25             | 2 | 4              |
| 27           | 5                      | 25             | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 28           | 4                      | 16             | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 29           | 3                      | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |

ตาราง 41 (ต่อ)

| นร.<br>คนที่   | ทักษะการจัดกระทำข้อมูล |                       |           |                      | D     | D <sup>2</sup>      |
|----------------|------------------------|-----------------------|-----------|----------------------|-------|---------------------|
|                | ก่อนเรียน              |                       | หลังเรียน |                      |       |                     |
|                | ✖                      | ✖ <sup>2</sup>        | ✖         | ✖ <sup>2</sup>       |       |                     |
| 30             | 5                      | 25                    | 6         | 36                   | 1     | 1                   |
| 31             | 5                      | 25                    | 4         | 16                   | 1     | 1                   |
| 32             | 5                      | 25                    | 5         | 25                   | 0     | 0                   |
| 33             | 4                      | 16                    | 4         | 16                   | 0     | 0                   |
| 34             | 4                      | 16                    | 5         | 25                   | 1     | 1                   |
| 35             | 4                      | 16                    | 6         | 36                   | 2     | 4                   |
| 36             | 4                      | 16                    | 4         | 16                   | 0     | 0                   |
| 37             | 6                      | 36                    | 6         | 36                   | 0     | 0                   |
| 38             | 4                      | 16                    | 6         | 36                   | 2     | 4                   |
| 39             | 3                      | 9                     | 6         | 36                   | 3     | 9                   |
| 40             | 4                      | 16                    | 6         | 36                   | 2     | 4                   |
| Σ✖             | Σ✖ = 153               | Σ✖ <sup>2</sup> = 617 | Σ✖ = 174  | Σ✖ <sup>2</sup> =798 | ΣD=39 | ΣD <sup>2</sup> =59 |
| $\overline{x}$ | 3.83                   | 15.43                 | 4.35      | 19.95                |       |                     |
| SD.            | 0.90                   |                       | 1.02      |                      |       |                     |
| SD.            |                        |                       | 0.99      |                      |       |                     |
| t-test         |                        |                       | 8.41      |                      |       |                     |

**ตาราง 42** แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน

| นร.<br>คนที่ | ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล |                |           |                | D | D <sup>2</sup> |
|--------------|--------------------------------|----------------|-----------|----------------|---|----------------|
|              | ก่อนเรียน                      |                | หลังเรียน |                |   |                |
|              | ✖                              | ✖ <sup>2</sup> | ✖         | ✖ <sup>2</sup> |   |                |
| 1            | 2                              | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 2            | 1                              | 1              | 2         | 4              | 1 | 1              |
| 3            | 2                              | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 4            | 2                              | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 5            | 3                              | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 6            | 2                              | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 7            | 2                              | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 8            | 2                              | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 9            | 2                              | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 10           | 3                              | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 11           | 2                              | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 12           | 2                              | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 13           | 2                              | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 14           | 2                              | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 15           | 2                              | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 16           | 2                              | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 17           | 2                              | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 18           | 2                              | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 19           | 2                              | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 20           | 2                              | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 21           | 2                              | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 22           | 2                              | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 23           | 2                              | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 24           | 3                              | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 25           | 2                              | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 26           | 2                              | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 27           | 3                              | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 28           | 2                              | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 29           | 3                              | 9              | 2         | 4              | 1 | 1              |

ตาราง 42 (ต่อ)

| นร.<br>คนที่ | ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล |                       |           |                       |         |                      |
|--------------|--------------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|---------|----------------------|
|              | ก่อนเรียน                      |                       | หลังเรียน |                       | D       | D <sup>2</sup>       |
|              | ✖                              | ✖ <sup>2</sup>        | ✖         | ✖ <sup>2</sup>        |         |                      |
| 30           | 3                              | 9                     | 3         | 9                     | 0       | 0                    |
| 31           | 3                              | 9                     | 2         | 4                     | 1       | 1                    |
| 32           | 3                              | 9                     | 3         | 9                     | 0       | 0                    |
| 33           | 2                              | 4                     | 2         | 4                     | 0       | 0                    |
| 34           | 2                              | 4                     | 3         | 9                     | 1       | 1                    |
| 35           | 2                              | 4                     | 3         | 9                     | 1       | 1                    |
| 36           | 2                              | 4                     | 2         | 4                     | 0       | 0                    |
| 37           | 3                              | 9                     | 3         | 9                     | 0       | 0                    |
| 38           | 3                              | 9                     | 3         | 9                     | 0       | 0                    |
| 39           | 3                              | 9                     | 3         | 9                     | 0       | 0                    |
| 40           | 3                              | 9                     | 3         | 9                     | 0       | 0                    |
| Σ✖           | Σ✖ = 91                        | Σ✖ <sup>2</sup> = 217 | Σ✖ = 106  | Σ✖ <sup>2</sup> = 326 | ΣD = 19 | ΣD <sup>2</sup> = 19 |
| $\bar{x}$    | 2.28                           | 5.43                  | 2.65      | 8.15                  |         |                      |
| SD.          | 0.50                           |                       | 1.08      |                       |         |                      |
| SD.          | 0.52                           |                       |           |                       |         |                      |
| t-test       | 5.94                           |                       |           |                       |         |                      |

**ตาราง 43** แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ทักษะการพยากรณ์ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน

| นร.<br>คนที่ | ทักษะการพยากรณ์ |                |           |                | D | D <sup>2</sup> |
|--------------|-----------------|----------------|-----------|----------------|---|----------------|
|              | ก่อนเรียน       |                | หลังเรียน |                |   |                |
|              | ✖               | ✖ <sup>2</sup> | ✖         | ✖ <sup>2</sup> |   |                |
| 1            | 3               | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 2            | 2               | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 3            | 3               | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 4            | 3               | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 5            | 4               | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 6            | 2               | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 7            | 3               | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 8            | 2               | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 9            | 3               | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 10           | 3               | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 11           | 1               | 1              | 2         | 4              | 1 | 1              |
| 12           | 2               | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 13           | 2               | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 14           | 3               | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 15           | 3               | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 16           | 3               | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 17           | 2               | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 18           | 2               | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 19           | 2               | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |
| 20           | 3               | 9              | 2         | 4              | 1 | 1              |
| 21           | 3               | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 22           | 2               | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 23           | 2               | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 24           | 3               | 9              | 4         | 16             | 1 | 1              |
| 25           | 2               | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 26           | 2               | 4              | 3         | 9              | 1 | 1              |
| 27           | 3               | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 28           | 3               | 9              | 3         | 9              | 0 | 0              |
| 29           | 2               | 4              | 2         | 4              | 0 | 0              |

ตาราง 43 (ต่อ)

| นร.<br>คนที่ | ทักษะการพยากรณ์ |                   |           |                       | D     | D <sup>2</sup>      |
|--------------|-----------------|-------------------|-----------|-----------------------|-------|---------------------|
|              | ก่อนเรียน       |                   | หลังเรียน |                       |       |                     |
|              | ✖               | ✖ <sup>2</sup>    | ✖         | ✖ <sup>2</sup>        |       |                     |
| 30           | 3               | 9                 | 3         | 9                     | 0     | 0                   |
| 31           | 4               | 16                | 4         | 16                    | 0     | 0                   |
| 32           | 3               | 9                 | 3         | 9                     | 0     | 0                   |
| 33           | 2               | 4                 | 2         | 4                     | 0     | 0                   |
| 34           | 3               | 9                 | 3         | 9                     | 0     | 0                   |
| 35           | 2               | 4                 | 3         | 9                     | 1     | 1                   |
| 36           | 2               | 4                 | 2         | 4                     | 0     | 0                   |
| 37           | 3               | 4                 | 3         | 9                     | 1     | 1                   |
| 38           | 3               | 9                 | 3         | 9                     | 0     | 0                   |
| 39           | 3               | 9                 | 3         | 9                     | 0     | 0                   |
| 40           | 3               | 9                 | 3         | 9                     | 0     | 0                   |
| <hr/>        |                 |                   |           |                       |       |                     |
| Σ✖           | Σ✖ = 104        | Σ✖ <sup>2</sup> = | Σ✖ = 115  | Σ✖ <sup>2</sup> = 341 |       |                     |
|              | 274             |                   |           |                       |       |                     |
| <hr/>        |                 |                   |           |                       | ΣD=15 | ΣD <sup>2</sup> =15 |
| $\bar{x}$    | 2.60            | 6.85              | 2.88      | 8.53                  |       |                     |
| <hr/>        |                 |                   |           |                       |       |                     |
| SD.          | 0.63            |                   | 0.52      |                       |       |                     |
| <hr/>        |                 |                   |           |                       |       |                     |
| SD.          | 0.58            |                   |           |                       |       |                     |
| <hr/>        |                 |                   |           |                       |       |                     |
| t-test       | 4.84            |                   |           |                       |       |                     |



**ตาราง 44** แสดงผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบก่อนเรียนและ  
หลังเรียน โดยการทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน

| นักเรียนคนที่ | สอบก่อน | สอบหลัง | ผลต่างของคะแนน (D) | D <sup>2</sup> |
|---------------|---------|---------|--------------------|----------------|
| 1             | 24      | 31      | 7                  | 49             |
| 2             | 23      | 27      | 4                  | 16             |
| 3             | 25      | 34      | 9                  | 81             |
| 4             | 24      | 31      | 7                  | 49             |
| 5             | 22      | 26      | 4                  | 16             |
| 6             | 25      | 30      | 5                  | 25             |
| 7             | 28      | 30      | 2                  | 4              |
| 8             | 25      | 30      | 5                  | 25             |
| 9             | 20      | 26      | 6                  | 36             |
| 10            | 28      | 30      | 2                  | 4              |
| 11            | 19      | 27      | 8                  | 64             |
| 12            | 21      | 29      | 8                  | 64             |
| 13            | 21      | 27      | 6                  | 36             |
| 14            | 31      | 33      | 2                  | 4              |
| 15            | 17      | 27      | 10                 | 100            |
| 16            | 25      | 29      | 4                  | 16             |
| 17            | 21      | 27      | 6                  | 36             |
| 18            | 20      | 28      | 8                  | 64             |
| 19            | 19      | 22      | 3                  | 9              |
| 20            | 24      | 24      | 0                  | 0              |
| 21            | 23      | 29      | 6                  | 36             |
| 22            | 20      | 26      | 6                  | 36             |
| 23            | 22      | 30      | 8                  | 64             |
| 24            | 26      | 29      | 3                  | 9              |
| 25            | 17      | 28      | 11                 | 121            |
| 26            | 25      | 32      | 7                  | 49             |
| 27            | 28      | 30      | 2                  | 4              |
| 28            | 20      | 24      | 4                  | 16             |
| 29            | 21      | 30      | 9                  | 81             |
| 30            | 31      | 36      | 5                  | 25             |

ตาราง 44 (ต่อ)

| นักเรียนคนที่ | สอบก่อน | สอบหลัง | ผลต่างของคะแนน (D) | D <sup>2</sup>    |
|---------------|---------|---------|--------------------|-------------------|
| 31            | 26      | 29      | 3                  | 9                 |
| 32            | 27      | 31      | 4                  | 16                |
| 33            | 22      | 23      | 1                  | 1                 |
| 34            | 29      | 30      | 1                  | 1                 |
| 35            | 30      | 37      | 7                  | 49                |
| 36            | 29      | 29      | 0                  | 0                 |
| 37            | 33      | 35      | 2                  | 4                 |
| 38            | 27      | 30      | 3                  | 9                 |
| 39            | 27      | 32      | 5                  | 25                |
| 40            | 29      | 33      | 4                  | 16                |
|               |         |         | $\sum D = 197$     | $\sum D^2 = 1269$ |

ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 ใช้ t – test dependent (พวงรัตน์ ทวีรัตน์.2543:165) โดยคำนวณจากสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\frac{\sqrt{n \sum D^2 - (\sum D)^2}}{n - 1}}$$

$$t = \frac{197}{\frac{\sqrt{40(1269) - (197)^2}}{39}}$$

$$t = \frac{197}{\frac{\sqrt{50760 - 38809}}{39}}$$

$$t = \frac{197}{\frac{\sqrt{11951}}{39}}$$

$$t = \frac{197}{\sqrt{306.43}}$$

$$t = \frac{197}{17.50}$$

$$t = 11.26$$

**ตาราง 45** คะแนนจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ด้านที่ 1 พฤติกรรมความรู้สึกรักคิดต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยทดสอบกับนักเรียนเรียน จำนวน 40 คน

| น.ร.<br>คนที่ | จิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (ข้อที่)                             |   |   |   |   |   |   |   |   |    | X  | X <sup>2</sup> | $\overline{x}$ | $\overline{x}^2$ |
|---------------|-------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----------------|----------------|------------------|
|               | ด้านที่ 1 พฤติกรรมความรู้สึกนึกคิดต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                |                |                  |
|               | 1                                                           | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |    |                |                |                  |
| 1             | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 2             | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2  | 27 | 729            | 2.70           | 7.29             |
| 3             | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3  | 28 | 784            | 2.80           | 7.84             |
| 4             | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 29 | 841            | 2.90           | 8.41             |
| 5             | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2  | 28 | 784            | 2.80           | 7.84             |
| 6             | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3  | 28 | 784            | 2.80           | 7.84             |
| 7             | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2  | 29 | 841            | 2.90           | 8.41             |
| 8             | 3                                                           | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 29 | 841            | 2.90           | 8.41             |
| 9             | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 29 | 841            | 2.90           | 8.41             |
| 10            | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2  | 28 | 784            | 2.80           | 7.84             |
| 11            | 2                                                           | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2  | 25 | 625            | 2.50           | 6.25             |
| 12            | 2                                                           | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3  | 25 | 625            | 2.50           | 6.25             |
| 13            | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2  | 24 | 576            | 2.40           | 5.76             |
| 14            | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3  | 29 | 841            | 2.90           | 8.41             |
| 15            | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2  | 27 | 729            | 2.70           | 7.29             |
| 16            | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 29 | 841            | 2.90           | 8.41             |
| 17            | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3  | 28 | 784            | 2.90           | 8.41             |
| 18            | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 19            | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 29 | 841            | 2.90           | 8.41             |
| 20            | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 21            | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 22            | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 23            | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 24            | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 25            | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 26            | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 27            | 3                                                           | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3  | 27 | 729            | 2.70           | 5.40             |
| 28            | 3                                                           | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.00           | 9.00             |

ตาราง 45 (ต่อ)

| น.ร.           | จิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม (ข้อที่)                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |                |                  |
|----------------|-------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|----------------|------------------|
| คนที่          | ด้านที่ 1 พฤติกรรมความรู้สึกนึกคิดต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม |      |      |      |      |      |      |      |      |      | X    | X <sup>2</sup> | $\overline{x}$ | $\overline{x}^2$ |
|                | 1                                                           | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |      |                |                |                  |
| 29             | 3                                                           | 3    | 2    | 3    | 2    | 2    | 3    | 2    | 3    | 3    | 26   | 676            | 2.60           | 6.76             |
| 30             | 3                                                           | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 30   | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 31             | 3                                                           | 3    | 3    | 3    | 2    | 2    | 3    | 3    | 3    | 3    | 28   | 784            | 2.80           | 7.84             |
| 32             | 3                                                           | 3    | 3    | 2    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 29   | 841            | 2.90           | 8.41             |
| 33             | 3                                                           | 3    | 3    | 2    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 29   | 841            | 2.90           | 8.41             |
| 34             | 3                                                           | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 30   | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 35             | 3                                                           | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 30   | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 36             | 3                                                           | 3    | 3    | 3    | 2    | 2    | 3    | 3    | 3    | 2    | 27   | 729            | 2.70           | 7.29             |
| 37             | 3                                                           | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 30   | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 38             | 3                                                           | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 30   | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 39             | 2                                                           | 3    | 2    | 3    | 2    | 2    | 3    | 3    | 3    | 3    | 26   | 676            | 2.60           | 6.76             |
| 40             | 3                                                           | 1    | 3    | 2    | 3    | 3    | 1    | 2    | 3    | 2    | 23   | 529            | 2.30           | 5.29             |
| รวม            | 117                                                         | 117  | 116  | 115  | 104  | 110  | 113  | 114  | 119  | 111  | 1136 | 32396          | 110.9          | 243.37           |
| $\overline{x}$ | 2.93                                                        | 2.93 | 2.90 | 2.88 | 2.60 | 2.75 | 2.83 | 2.85 | 2.98 | 2.78 |      |                | 2.77           | 6.08             |
| S              | 0.40                                                        | 0.38 | 0.30 | 0.35 | 0.62 | 0.67 | 0.83 | 0.90 | 0.97 | 1.22 |      |                | 0.18           | 1.85             |

หาค่าแบบวัดจิตตานุรักษ์สิ่งแวดล้อม(ด้านที่ 1) โดยใช้สูตร t-test one group

$$t = \frac{\bar{X} - \mu^*}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{2.77 - 2}{\frac{1.85}{\sqrt{6.32}}}$$

$$t = \frac{0.77}{0.29}$$

$$t = 2.65$$

**ตาราง 46** คะแนนจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ด้านที่ 2 พฤติกรรมการแสดงออกในการรักษาสิ่งแวดล้อมโดยทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน

| น.ร.<br>คนที่ | จิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (ข้อที่)                   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | X  | X <sup>2</sup> | $\overline{x}$ | $\overline{x}^2$ |
|---------------|---------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----------------|----------------|------------------|
|               | ด้านที่ 2 พฤติกรรมการแสดงออกในการรักษาสิ่งแวดล้อม |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                |                |                  |
|               | 1                                                 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |    |                |                |                  |
| 1             | 2                                                 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3  | 28 | 784            | 2.9            | 8.41             |
| 2             | 3                                                 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.0            | 9.00             |
| 3             | 3                                                 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 29 | 841            | 2.9            | 8.41             |
| 4             | 3                                                 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 29 | 841            | 2.9            | 8.41             |
| 5             | 3                                                 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 6             | 3                                                 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 7             | 3                                                 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 8             | 3                                                 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 9             | 3                                                 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3  | 26 | 676            | 2.60           | 6.76             |
| 10            | 3                                                 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3  | 26 | 676            | 2.60           | 6.76             |
| 11            | 3                                                 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3  | 26 | 676            | 2.60           | 6.76             |
| 12            | 3                                                 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2  | 22 | 484            | 2.10           | 4.41             |
| 13            | 2                                                 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 27 | 729            | 2.70           | 7.29             |
| 14            | 2                                                 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 29 | 841            | 3.00           | 9.00             |
| 15            | 3                                                 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3  | 25 | 625            | 2.50           | 6.25             |
| 16            | 3                                                 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 17            | 3                                                 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3  | 29 | 841            | 2.90           | 8.41             |
| 18            | 3                                                 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 19            | 3                                                 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3  | 29 | 841            | 2.90           | 8.41             |
| 20            | 3                                                 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3  | 26 | 676            | 2.60           | 6.76             |
| 21            | 3                                                 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 22            | 3                                                 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 23            | 3                                                 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 24            | 3                                                 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 25            | 3                                                 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3  | 28 | 784            | 2.90           | 8.41             |
| 26            | 3                                                 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 27            | 3                                                 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 29 | 841            | 2.90           | 8.41             |
| 28            | 3                                                 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.00           | 9.00             |

ตาราง 46 (ต่อ)

| น.ร.           | จิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (ข้อที่)                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |                |                  |
|----------------|---------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|----------------|------------------|
| คน             | ด้านที่ 2 พฤติกรรมการแสดงออกในการรักษาสิ่งแวดล้อม |      |      |      |      |      |      |      |      |      | X    | X <sup>2</sup> | $\overline{x}$ | $\overline{x}^2$ |
| ที่            | 1                                                 | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |      |                |                |                  |
| 29             | 3                                                 | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 30   | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 30             | 3                                                 | 3    | 3    | 3    | 2    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 29   | 841            | 2.90           | 8.41             |
| 31             | 3                                                 | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 30   | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 32             | 3                                                 | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 30   | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 33             | 3                                                 | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 30   | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 34             | 3                                                 | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 30   | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 35             | 3                                                 | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 30   | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 36             | 3                                                 | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 30   | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 37             | 3                                                 | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 30   | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 38             | 3                                                 | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 30   | 900            | 3.00           | 9.00             |
| 39             | 3                                                 | 2    | 2    | 1    | 2    | 2    | 3    | 2    | 3    | 2    | 22   | 484            | 2.20           | 4.84             |
| 40             | 2                                                 | 3    | 2    | 2    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 27   | 729            | 2.70           | 7.29             |
| รวม            | 116                                               | 116  | 113  | 111  | 108  | 116  | 119  | 111  | 118  | 118  | 1146 | 33010          | 114.8          | 331.4            |
| $\overline{x}$ | 2.93                                              | 2.90 | 2.83 | 2.78 | 2.70 | 2.90 | 2.98 | 2.78 | 2.95 | 2.95 |      |                | 2.87           | 8.29             |
| S              | 0.30                                              | 0.30 | 0.38 | 0.53 | 0.46 | 0.30 | 0.16 | 0.42 | 0.22 | 0.22 |      |                | 0.22           | 2.13             |

หาค่าแบบวัดจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม(ด้านที่ 2) โดยใช้สูตร t-test one group

$$t = \frac{\bar{X} - \mu^*}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{2.87 - 2}{\frac{2.13}{6.32}}$$

$$t = \frac{0.87}{0.33}$$

$$t = 2.63$$

**ตาราง 47** คะแนนจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ด้านที่ 3 พฤติกรรมการแสดงออกการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยทดสอบกับนักเรียน จำนวน 40 คน

| น.ร.<br>คนที่ | จิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (ข้อที่)                                        |   |   |   |   |   |   |   |   |    | X  | X <sup>2</sup> | $\overline{x}$ | $\overline{x}^2$ |
|---------------|------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----------------|----------------|------------------|
|               | ด้านที่3 พฤติกรรมการแสดงออกการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                |                |                  |
|               | 1                                                                      | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |    |                |                |                  |
| 1             | 3                                                                      | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 28 | 784            | 2.9            | 8.41             |
| 2             | 3                                                                      | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 2.9            | 8.41             |
| 3             | 3                                                                      | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3  | 28 | 784            | 2.8            | 7.84             |
| 4             | 3                                                                      | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 29 | 841            | 2.9            | 8.41             |
| 5             | 3                                                                      | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 27 | 729            | 2.4            | 5.76             |
| 6             | 3                                                                      | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3  | 26 | 676            | 2.3            | 5.29             |
| 7             | 3                                                                      | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3  | 28 | 784            | 2.8            | 7.84             |
| 8             | 3                                                                      | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 28 | 784            | 2.8            | 7.84             |
| 9             | 2                                                                      | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3  | 23 | 529            | 2.3            | 5.29             |
| 10            | 3                                                                      | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3  | 23 | 529            | 2.3            | 5.29             |
| 11            | 3                                                                      | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2  | 25 | 625            | 2.5            | 6.25             |
| 12            | 3                                                                      | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3  | 26 | 676            | 2.6            | 6.76             |
| 13            | 3                                                                      | 3 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3  | 26 | 676            | 2.6            | 6.76             |
| 14            | 3                                                                      | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3  | 26 | 676            | 2.6            | 6.76             |
| 15            | 3                                                                      | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3  | 27 | 729            | 2.6            | 6.76             |
| 16            | 3                                                                      | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3  | 24 | 576            | 2.4            | 5.76             |
| 17            | 3                                                                      | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 26 | 676            | 2.6            | 6.76             |
| 18            | 3                                                                      | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3  | 27 | 729            | 2.7            | 7.29             |
| 19            | 3                                                                      | 3 | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3  | 26 | 676            | 2.6            | 6.76             |
| 20            | 3                                                                      | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3  | 26 | 676            | 2.6            | 6.76             |
| 21            | 3                                                                      | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 3  | 25 | 625            | 2.5            | 6.25             |
| 22            | 3                                                                      | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 30 | 900            | 3.0            | 9.00             |
| 23            | 3                                                                      | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3  | 29 | 841            | 2.9            | 8.41             |
| 24            | 3                                                                      | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3  | 27 | 729            | 2.7            | 7.29             |
| 25            | 3                                                                      | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 1  | 23 | 529            | 2.3            | 5.29             |
| 26            | 3                                                                      | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 26 | 676            | 2.6            | 6.76             |
| 27            | 3                                                                      | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 28 | 784            | 2.8            | 7.84             |
| 28            | 3                                                                      | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3  | 27 | 729            | 2.9            | 8.41             |

ตาราง 47 (ต่อ)

| น.ร.<br>คนที่  | จิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (ข้อที่)          |      |      |      |      |      |      |      |      |      | X    | X <sup>2</sup> | $\overline{X}$ | $\overline{X}^2$ |
|----------------|------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|----------------|------------------|
|                | ด้านที่ 3 พฤติกรรมการแสดงออกการ          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |                |                  |
|                | ใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |                |                  |
|                | 1                                        | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |      |                |                |                  |
| 29             | 3                                        | 3    | 3    | 1    | 2    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 27   | 729            | 2.7            | 7.29             |
| 30             | 3                                        | 3    | 3    | 1    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 28   | 784            | 2.9            | 8.41             |
| 31             | 3                                        | 3    | 3    | 2    | 2    | 2    | 2    | 3    | 2    | 2    | 24   | 576            | 2.4            | 5.76             |
| 32             | 3                                        | 3    | 3    | 2    | 2    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 28   | 784            | 2.8            | 7.84             |
| 33             | 3                                        | 3    | 3    | 2    | 2    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 28   | 784            | 2.8            | 7.84             |
| 34             | 3                                        | 3    | 3    | 1    | 2    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 27   | 729            | 2.7            | 7.29             |
| 35             | 3                                        | 3    | 3    | 1    | 2    | 3    | 2    | 3    | 3    | 3    | 26   | 676            | 2.6            | 6.76             |
| 36             | 3                                        | 3    | 3    | 2    | 2    | 2    | 2    | 3    | 2    | 2    | 24   | 576            | 2.4            | 5.76             |
| 37             | 3                                        | 3    | 3    | 2    | 2    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 28   | 784            | 2.8            | 7.84             |
| 38             | 3                                        | 3    | 3    | 1    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 28   | 784            | 2.8            | 7.84             |
| 39             | 3                                        | 2    | 3    | 3    | 2    | 3    | 3    | 2    | 2    | 3    | 26   | 676            | 2.6            | 6.76             |
| 40             | 3                                        | 3    | 3    | 1    | 2    | 2    | 3    | 3    | 3    | 3    | 26   | 676            | 2.6            | 6.76             |
| รวม            | 116                                      | 120  | 82   | 82   | 83   | 105  | 108  | 111  | 110  | 113  | 1064 | 28426          | 105            | 281.71           |
| $\overline{X}$ | 2.90                                     | 3.00 | 2.05 | 2.05 | 2.08 | 2.63 | 2.70 | 2.78 | 2.75 | 2.83 |      |                | 2.63           | 7.04             |
| S              | 0.15                                     | 0.33 | 0.00 | 0.80 | 0.60 | 0.51 | 0.50 | 0.40 | 0.57 | 0.40 |      |                | 0.19           | 1.78             |

หาค่าแบบวัดจิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม(ด้านที่ 3) โดยใช้สูตร t-test one group

$$t = \frac{\bar{X} - \mu^*}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{2.63 - 3}{\frac{1.78}{\sqrt{6.32}}}$$

$$t = \frac{0.63}{0.28}$$

$$t = 2.25$$



ความแปรปรวน (S) จิตอนุรักษ์ ด้านที่ 1

$$s^2 = \frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

$$s^2 = \frac{40(32369) - 1290496}{40(39)}$$

$$s^2 = \frac{1295840 - 1290496}{1560}$$

$$s^2 = \frac{5344}{1560}$$

$$s^2 = 3.42$$

$$s = 1.85$$

ค่าความแปรปรวน (S) จิตอนุรักษ์ ด้านที่ 2

$$s^2 = \frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

$$s^2 = \frac{40(33010) - (1146)^2}{40(39)}$$

$$s^2 = \frac{1320400 - 1313316}{1560}$$

$$s^2 = \frac{7084}{1560}$$

$$s^2 = 4.54$$

$$s = 2.13$$

ค่าความแปรปรวน (S) จิตอนุรักษ์ ด้านที่ 3

$$\begin{aligned}
 s^2 &= \frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)} \\
 s^2 &= \frac{40(28426) - (1064)^2}{40(39)} \\
 s^2 &= \frac{1137040 - 1132096}{1560} \\
 s^2 &= \frac{4944}{1560} \\
 s^2 &= 3.16 \\
 s &= 1.78
 \end{aligned}$$

ค่าความแปรปรวน (s)จิตอนุรักษ์ ทั้ง 3 ด้าน

$$\begin{aligned}
 s^2 &= \frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)} \\
 s^2 &= \frac{120(93832) - (3346)^2}{120(119)} \\
 s^2 &= \frac{11259840 - 11195716}{14280} \\
 s^2 &= \frac{64124}{14280} \\
 s^2 &= 4.49 \\
 s &= 2.11
 \end{aligned}$$

ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 ( จิตอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับดี ) t-test one group

$$t = \frac{\overline{X} - \mu^*}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{2.75 - 2}{\frac{2.11}{\sqrt{40}}}$$

$$t = \frac{0.75}{\frac{2.11}{6.32}}$$

$$t = \frac{0.75}{0.33}$$

$$t = 2.27$$

## ภาคผนวก จ

- แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม  
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
- แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์  
เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
- แบบประเมินจิตอนุรักษสิ่งแวดล้อม เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม  
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

## แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้

### คำชี้แจง

1. ข้อสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่เห็นว่าถูกที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วเขียนเครื่องหมาย X ลงในช่องตัวเลือกในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดเป็นความหมายของระบบนิเวศ (ความรู้-ความจำ)
  - ก. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต
  - ข. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
  - ค. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบๆ สิ่งมีชีวิต
  - ง. ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
2. องค์ประกอบที่มีชีวิตในระบบนิเวศมีอะไรบ้าง (ความรู้-ความจำ)
  - ก. ผู้ผลิต, ผู้บริโภค, แหล่งที่อยู่
  - ข. ผู้ผลิต, ผู้บริโภค, ผู้ย่อยสลาย
  - ค. อินทรีย์สาร, แหล่งที่อยู่, ผู้ผลิต
  - ง. ผู้บริโภค, ผู้ย่อยสลาย, กลุ่มสิ่งมีชีวิต
3. ข้อใดจัดเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิต ( Community ) (ความเข้าใจ)
  - ก. ต้นหญ้า 50 ต้นในสนาม
  - ข. นกกระจิบ 3 ตัวที่บริเวณเรือนไทย
  - ค. มดดำจำนวนมากบริเวณสวนหย่อมหน้าอาคาร 1
  - ง. ปลาช่อน 2 ตัว และหอย 5 ตัวบริเวณน้ำตกจำลอง
4. ถ้าระบบนิเวศในโลกของเราไม่มีต้นไม้เลยจะเป็นอย่างไร (การเสาะแสวงหาความรู้)
  - ก. สิ่งมีชีวิตบนโลกจะตายหมด
  - ข. สิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้บริโภคพืชตายหมด
  - ค. สิ่งมีชีวิตที่เป็นสัตว์จะมีชีวิตอยู่ระยะหนึ่ง
  - ง. สิ่งมีชีวิตจะปรับตัวและสามารถมีชีวิตอยู่ได้
5. ถ้าต้องการให้ระบบนิเวศในโรงเรียนสมดุลนักเรียนควรทำอย่างไร (การนำไปใช้)
  - ก. ใช้สารเคมีฆ่าแมลงศัตรูพืช
  - ข. ไม่ทิ้งขยะในบริเวณโรงเรียน
  - ค. เลี้ยงสัตว์หลายๆชนิดในบริเวณโรงเรียน
  - ง. ปลูกต้นไม้หลายๆชนิดในบริเวณโรงเรียน

6. ผู้ผลิตที่สำคัญที่สุดในบริเวณโรงเรียนคืออะไร (ความรู้ - ความจำ)
- พืช
  - คน
  - สัตว์
  - ผู้ย่อยสลาย
7. เพราะเหตุใดจึงตั้งตุ้ปลาไว้ริมหน้าต่างและปลูกสาหร่ายไว้ในตุ้ปลา (การนำไปใช้)
- ทำให้ตุ้ปลาสวยงาม
  - เมื่อพืชสังเคราะห์แสงจะให้ออกซิเจนแก่ปลา
  - ปลาและพืชแลกเปลี่ยนออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งกันและกัน
  - พืชใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลาหายใจออกมาเพื่อนำมาสังเคราะห์แสง
8. ด้านข้างของตุ้ปลาพบคราบสีเขียวอยู่จำนวนมาก ข้อใดเป็นวิธีการป้องกันและกำจัดคราบสีเขียวนี้นี้ (การนำไปใช้)
- ใส่หอยลงในตุ้ปลา
  - ใส่พืชน้ำลงในตุ้ปลา
  - ใส่น้ำปูนใสลงในตุ้ปลา
  - เพิ่มอากาศลงในน้ำ
9. โครงสร้างใดที่พบในโปรโตซัวที่ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ (ความเข้าใจ)
- เยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาสซึม นิวเคลียส
  - ผนังเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาสซึม นิวเคลียส
  - เยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาสซึม คลอโรฟิลล์ นิวเคลียส
  - ผนังเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาสซึม คลอโรฟิลล์ นิวเคลียส
10. จากการส่องกล้องจุลทรรศน์ดูโปรโตซัวแล้วนำไปปล่อยในแหล่งน้ำเดิม ถ้าเวลาผ่านไป 1 เดือน โปรโตซัวจะเป็นอย่างไร (การเสาะแสวงหาความรู้)
- ขาดเพิ่มขึ้น
  - ขนาดเท่าเดิม
  - ขนาดลดลง
  - ขนาดเพิ่มบ้าง ลดลงบ้าง
11. “ต้นไม้โตอาคาร 1 ต้นไม่ข้างสนามฟุตบอล ต้นไม้โตต้นไม้ใหญ่ ไก่บอกว่าต้นไม้ข้างสนามฟุตบอลต้นใหญ่มากที่สุด” ข้อใดสนับสนุนความคิดเห็นของไก่ (การเสาะแสวงหาความรู้)
- ปุ๋ยที่ใช้
  - สถานที่ปลูก
  - ปริมาณน้ำที่รด
  - ชนิดของพืชที่ปลูก

12. ข้อใดเป็นความหมายของห่วงโซ่อาหาร (ความรู้-ความจำ)

- ก. การพึ่งพาซึ่งกันและกันในระบบนิเวศ
- ข. ความสัมพันธ์กันของผู้ผลิตและผู้บริโภค
- ค. การถ่ายทอดพลังงานโดยการกินเป็นทอดๆของสิ่งมีชีวิต
- ง. การถ่ายทอดพลังงานโดยการกินเป็นทอดๆที่ซับซ้อนของสิ่งมีชีวิต

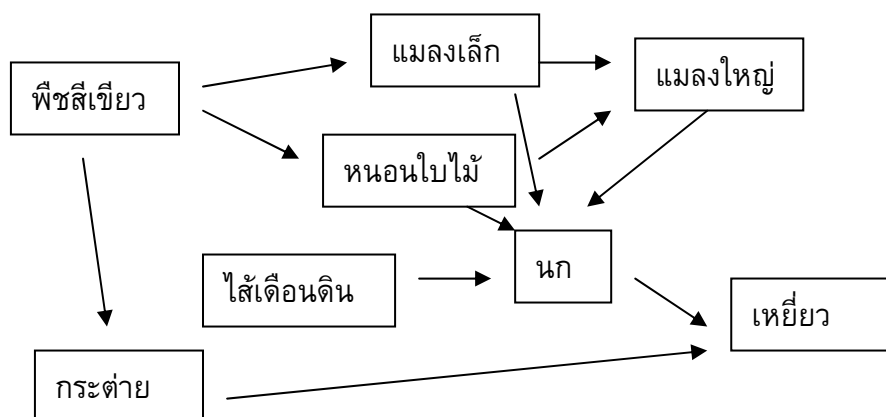
13. ข้อใดเป็นการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ (ความเข้าใจ)

- ก. พลังงานแสง → พืช → พลังงานเคมี → สัตว์
- ข. พลังงานแสง → สัตว์ → พลังงานเคมี → พืช
- ค. พลังงานเคมี → พืช → พลังงานจลน์ → สัตว์
- ง. พลังงานเคมี → สัตว์ → พลังงานศักย์ → พืช

14. ในระบบนิเวศแบคทีเรียทำหน้าที่อย่างไร (ความรู้ - ความจำ)

- ก. แบคทีเรียช่วยสะสมสารเคมี
- ข. แบคทีเรียช่วยในการสลายสารต่างๆ
- ค. แบคทีเรียช่วยปล่อยพลังงานที่จำเป็นสำหรับใช้ในระบบนิเวศ
- ง. แบคทีเรียเปลี่ยนแปลงสารเคมีให้อยู่ในรูปที่สิ่งมีชีวิตเอาไปใช้ได้

จงศึกษาแผนภาพสายใยอาหารต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 15 – 17



15. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับสายใยอาหารข้างต้นนี้ (ความเข้าใจ)

- ก. มี 3 ห่วงโซ่อาหารในสายใยอาหารนี้
- ข. พื้นฐานเริ่มต้นของสายใยอาหารคือ พืชสีเขียว
- ค. เหยี่ยวเป็นผู้บริโภคลำดับที่สามทุกห่วงโซ่อาหาร
- ง. แมลงขนาดเล็กผลิตอาหารสำหรับแมลงขนาดใหญ่

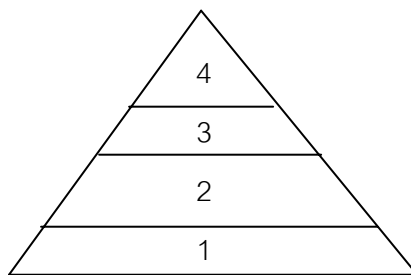
16. ถ้าในสายใยอาหารนั้นถูกกักจำกัดจะเกิดเหตุการณ์ใดขึ้น (การเสาะแสวงหาความรู้)

- ก. กระต่ายเพิ่มจำนวนขึ้น
- ข. แมลงขนาดเล็กกลดน้อยลง
- ค. หนอนใบไม้เพิ่มจำนวนขึ้น
- ง. แมลงขนาดใหญ่กลดน้อยลง

17. ในสายใยอาหารนี้สิ่งมีชีวิตใด จัดว่าเป็นผู้ช่วยให้การย่อยสลายดำเนินไปเร็วขึ้น (ความเข้าใจ)

- ก. เหี้ยยว
- ข. ไส้เดือนดิน
- ค. แมลงขนาดเล็ก
- ง. ไม่มีข้อใดถูก

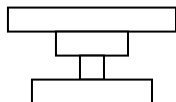
18. จากรูปประมิตพลังงาน 1, 3 และ 4 ควรหมายถึงข้อใด (ความรู้ - ความจำ)



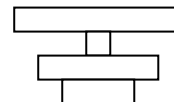
- ก. ผู้ผลิต , ผู้บริโภค , ผู้ย่อยสลาย
- ข. ผู้ผลิต , ผู้บริโภคลำดับที่ 2 , ผู้ย่อยสลาย
- ค. ผู้ผลิต , ผู้บริโภคลำดับที่ 2 , ผู้บริโภคลำดับสุดท้าย
- ง. ผู้ผลิต , ผู้บริโภคลำดับที่ 1 , ผู้บริโภคลำดับสุดท้าย

19. ในระบบนิเวศของนาข้าวแห่งหนึ่งประกอบด้วย น้ำหนักเหี่ยว 10 กิโลกรัม งู 100 กิโลกรัม หนู 1,000 กิโลกรัม ต้นข้าว 10,000 กิโลกรัม เมื่อนำมาเขียนประมิตจะได้ประมิตรูปใด (การเสาะแสวงหาความรู้)

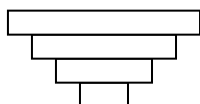
ก.



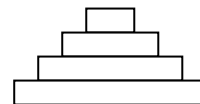
ข.



ค.



ง.





20. ข้อใดเป็นความหมายของสิ่งแวดล้อม (ความรู้-ความจำ)

- ก. สิ่งต่างๆที่มีชีวิต
- ข. สิ่งต่างๆที่มนุษย์สร้างขึ้น
- ค. สิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นเกิดตามธรรมชาติ
- ง. สิ่งต่างๆที่รอบตัวเราทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น

21. ข้อใดเป็นสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ (ความรู้-ความจำ)

- ก. ป่าไม้ จอก สาหร่าย
- ข. อุณหภูมิ อากาศ ความชื้น
- ค. แสงสว่าง อุณหภูมิ ป่าไม้
- ง. อาหาร อากาศ เชื้อโรค

22. ข้อใดเป็นสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (ความรู้ - ความจำ)

- ก. ป่าไม้ จอก สาหร่าย
- ข. อาหาร อากาศ เชื้อโรค
- ค. แสงสว่าง อุณหภูมิ ป่าไม้
- ง. อุณหภูมิ อากาศ ความชื้น

23. ข้อใดไม่เกี่ยวกับปัจจัยทางกายภาพ (ความเข้าใจ)

- ก. กบจับแมลงกินเป็นเหยื่อ
- ข. พืชสังเคราะห์แสงได้ดีในขณะที่มีแสง
- ค. นกเค้าแมวออกหากินในเวลากลางคืน
- ง. นกนางแอ่นอพยพจากประเทศจีนมาอยู่ในประเทศไทย

24. ความสัมพันธ์ระหว่างนกกับแมลงเป็นแบบใด (ความรู้ - ความจำ)

- ก. ภาวะพึ่งพา
- ข. ภาวะปรสิต
- ค. ภาวะอิงอาศัย
- ง. ภาวะล่าเหยื่อ

25. ข้อใดมีความสัมพันธ์เหมือนกับกล้วยไม้เกาะอยู่บนต้นไม้ใหญ่ (ความเข้าใจ)

- ก. หนูกับนกฮูก
- ข. ดอกไม้กับผีเสื้อ
- ค. ปลาเหาฉลามกับปลาฉลาม
- ง. ต้นไม้ใหญ่กับแสงต้นไม้เล็ก ๆ

26. สิ่งมีชีวิตคู่ใดต่อไปนี้มีความสัมพันธ์ต่างจากพวก (ความเข้าใจ)

- ก. มดกับเพลี้ย
- ข. รากับสาหร่าย
- ค. แบคทีเรียกับรากพืชตระกูลถั่ว
- ง. ปลวกกับโปรโตซัวในลำไส้ปลวก

27. จิ้งจอกกับแมลงมีความสัมพันธ์กันแบบใด (ความเข้าใจ)

- ก. ภาวะพึ่งพา
- ข. การล่าเหยื่อ
- ค. ภาวะเป็นกลาง
- ง. ภาวะการแก่งแย่ง

28. การอยู่ร่วมกันของปลิงและควายเป็นแบบใด (ความเข้าใจ)

- ก. ภาวะปรสิต
- ข. ภาวะเกื้อกูล
- ค. ภาวะต้องพึ่งพา
- ง. ภาวะการได้ประโยชน์ร่วมกัน

29. ชาวนาแก้ปัญหาปุ๋ยนาระบาด โดยขุดดินฝังตุ่มดักปูแทนการใช้ยาฆ่าปูนาทำให้เกิดผลดีอย่างไร (การนำไปใช้)

- ก. ไม่ทำให้เกิดมลภาวะ
- ข. ช่วยรักษาสมดุลในธรรมชาติ
- ค. ห่วงโซ่อาหารเป็นไปตามธรรมชาติ
- ง. กำจัดได้มากและไม่เป็นอันตรายจากยาฆ่าแมลง

30. “ตักดินปาทั้งกำวางไขในดิน เมื่อคนบุกรุกทำลายป่าเพื่อทำไร่ส่งผลให้ไข่ตักแตนได้รับความอบอุ่นจึงฟักออกเป็นตัวทำลายผลผลิต เพื่อแก้ปัญหาหะยะยาวควรใช้วิธีใดกำจัดตักแตน (การนำไปใช้)

- ก. ไม่บุกรุกทำลายป่าเพื่อทำไร่เลื่อนลอย
- ข. พ่นสารเคมีลงดินฆ่าตัวเต็มวัยขณะระบาด
- ค. ทำลายพืชไร่บริเวณที่เคยมีการระบาดก่อนถึงช่วงเวลาฟักไข่
- ง. ราดสารเคมีลงดินบริเวณที่เคยมีการระบาดเพื่อทำลายไข่ก่อนฟัก

31. การกระทำใดที่จัดว่าเป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (ความเข้าใจ)

- ก. การกำจัดขยะโดยการเผา
- ข. ปลูกต้นไม้ให้เจริญเติบโตดี โดยใช้ยากำจัดศัตรูพืช
- ค. ใช้มอเตอร์ไซด์แทนรถยนต์เพื่อลดมลพิษทางอากาศ
- ง. ปลอยน้ำในบ่อพักแล้วฉีดน้ำให้เป็นฝอยออกไปตามท่อระบายน้ำ

32. นักเรียนพบแหล่งน้ำมีสีดำ และส่งกลิ่นเหม็น ข้อใด**ไม่**เป็นข้อสันนิฐาน

(การเสาะแสวงหาความรู้)

- ก. ทำไมแหล่งน้ำจึงมีสีดำและส่งกลิ่นเหม็น
- ข. แหล่งน้ำขาดพืชน้ำมีผลให้น้ำมีสีดำและส่งกลิ่นเหม็น
- ค. ถ้าแหล่งน้ำขาดก๊าซออกซิเจนมีผลให้น้ำมีสีดำและส่งกลิ่นเหม็น
- ง. ประชาชนระบายน้ำทิ้งจากครัวเรือนลงแหล่งน้ำมีผลให้น้ำมีสีดำและส่งกลิ่นเหม็น

33. จากข้อ 32 ถ้านำข้อ ค มาทดสอบ อะไรคือตัวแปรต้น (การเสาะแสวงหาความรู้)

- ก. ปริมาณน้ำ
- ข. ปริมาณแสง
- ค. ปริมาณก๊าซออกซิเจน
- ง. มีก๊าซออกซิเจนและไม่มีก๊าซออกซิเจน

34. จากข้อ 32 ถ้านำ ค มาทดสอบ อะไรคือตัวแปรควบคุม (การเสาะแสวงหาความรู้)

- ก. ปริมาณน้ำ
- ข. ปริมาณแสง
- ค. ปริมาณก๊าซออกซิเจน
- ง. มีก๊าซออกซิเจนและไม่มีก๊าซออกซิเจน

35. ถ้านักเรียนต้องการกำจัดขยะอินทรีย์สารที่ทำให้สิ่งแวดล้อมเสียหายน้อยที่สุด ควรเลือกกระทำในข้อใด (การนำไปใช้)

- ก. การเผาไฟ
- ข. ขนไปทิ้งนอกเมือง
- ค. การทำปุ๋ยน้ำชีวภาพ
- ง. ทิ้งลงแหล่งน้ำธรรมชาติ

36. ถ้าโรงเรียนต้องการปลูกพืชเพื่อป้องกันพื้นที่ลาดเอียงบริเวณคลองหน้าโรงเรียนพังทลาย ควรเลือกปลูกพืชชนิดใด (การนำไปใช้)

- ก. กระถิน
- ข. ไมยราบ
- ค. หญ้าแฝก
- ง. ถั่วเหลือง

37. นักเรียนจะแนะนำให้บิดาปฏิบัติอย่างไร เพื่อช่วยลดมลพิษทางอากาศในช่วงเวลาที่จราจรติดขัด (การนำไปใช้)

- ก. ใช้ก๊าซโซฮอลล์
- ข. ตรวจจักรถที่ปล่อยควันดำ
- ค. ตรวจวัดแอลกอฮอล์ของผู้ขับรถ
- ง. ห้ามรถบรรทุกวิ่งในเวลากลางวัน

38. ถ้าต้องการกำจัดน้ำเสียในบ่อน้ำในโรงเรียน ควรเลือกพืชชนิดใดมาปลูกในบ่อ (การนำไปใช้)

- ก. บัวหลวง
- ข. ผักตบชวา
- ค. ผักกะเฉด
- ง. สาหร่ายไฟ

39. เหตุผลข้อใดตรงกับคำกล่าวที่ว่า “มนุษย์เป็นตัวการที่สำคัญอย่างหนึ่งต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อม” (ความเข้าใจ)

- ก. เปลี่ยนแปลงธรรมชาติให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิต
- ข. เปลี่ยนแปลงธรรมชาติให้เหมาะสมกับการพัฒนาประเทศ
- ค. เปลี่ยนแปลงธรรมชาติให้เหมาะสมกับการเพิ่มของจำนวนประชากร
- ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

40. การพัฒนาที่ยั่งยืนหมายความว่าอย่างไร (ความรู้-ความจำ)

- 1. มีการอยู่ดีกินดีปราศจากมลภาวะ
- 2. มีปริมาณแหล่งน้ำเพียงพอในการใช้
- 3. มีการจัดสรรใช้ประโยชน์จากที่ดินอย่างถูกต้อง
- 4. มีการพัฒนาทำให้ชุมชนมีเศรษฐกิจดีอย่างต่อเนื่องครบวงจร

- ก. 1 และ 2
- ข. 3 และ 4
- ค. 1 และ 4
- ง. 1,2,3 และ 4

ขอให้เพื่อนๆทุกคนโชคดี



เฉลย

- |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. ง  | 2. ข  | 3. ง  | 4. ก  | 5. ง  | 6. ก  | 7. ข  | 8. ก  | 9. ก  | 10. ก |
| 11. ข | 12. ค | 13. ก | 14. ง | 15. ข | 16. ค | 17. ข | 18. ค | 19. ง | 20. ง |
| 21. ก | 22. ง | 23. ก | 14. ง | 25. ค | 26. ก | 27. ข | 28. ก | 29. ก | 30. ก |
| 31. ง | 32. ก | 33. ง | 34. ก | 35. ค | 36. ค | 37. ก | 38. ข | 39. ง | 40. ง |

## แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

### คำชี้แจง

1. ข้อสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่เห็นว่าถูกที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วเขียน

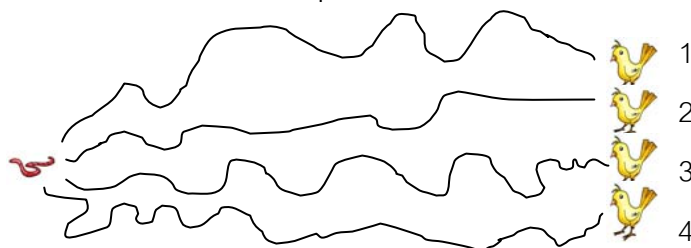
เครื่องหมาย X ลงในช่องตัวเลือกในกระดาษคำตอบ

1. จากภาพด้านล่าง แสดงลักษณะของไรน้ำ ที่เปลี่ยนจากฤดูร้อนไปยังฤดูหนาว  
นักเรียนสังเกตไรน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (ทักษะการสังเกต)



รูป แสดงลักษณะของไรน้ำ (*Daphnia cucullata*) ที่เปลี่ยนจากฤดูร้อนไปยังฤดูหนาว  
ที่มา : ปรีชา สุวรรณพินิจกับนางลักษณ์ สุวรรณพินิจ.2544.

- ก. ไรน้ำหัวเล็กลง
  - ข. ไรน้ำมีจำนวนเพิ่มขึ้น
  - ค. ไรน้ำมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น
  - ง. ไรน้ำมีขนาดของลำตัวเท่าเดิม
2. จากภาพด้านล่าง แสดงเส้นทาง 4 เส้นทางของนกที่บินไปกินไส้เดือนที่บริเวณเรือนไทย  
นักเรียนคิดว่าเส้นทางใดมีระยะทางใกล้ที่สุด (ทักษะการสังเกต)



- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| ก. เส้นทางที่ 1 | ข. เส้นทางที่ 2 |
| ค. เส้นทางที่ 3 | ง. เส้นทางที่ 4 |

3. นัทเฝ้าสังเกตดอกกล้วยไม้สีม่วงที่เกาะอยู่บนต้นไม้ใหญ่ริมสนามฟุตบอลผลการสังเกตของนัทคือข้อใด (ทักษะการสังเกต)
- ดอกกล้วยไม้สีม่วง
  - กล้วยไม้เป็นดอกสมบูรณ์
  - กล้วยไม้ได้อาหารจากต้นไม้ใหญ่
  - กล้วยไม้มีความสัมพันธ์กับต้นไม้ใหญ่แบบได้ประโยชน์ร่วมกัน
4. นักเรียนตักน้ำจากแหล่งน้ำข้อใดเป็นผลจากการสังเกต (ทักษะการสังเกต)
- น้ำเน่าเสีย
  - มีกลิ่น สีดำ
  - น้ำมีปริมาณก๊าซออกซิเจนต่ำ
  - น้ำมีน้ำมันปนมาจำนวนมาก
5. ใส่ดิน 1 – 2 ก้อน ลงในน้ำ 1 แก้ว ข้อใดไม่ใช้การสังเกตการเปลี่ยนแปลง (ทักษะการสังเกต)
- ดินละลายน้ำ
  - น้ำมีสีน้ำตาล
  - มีอนุภาคของดินลอยกระจายอยู่ในน้ำ
  - อนุภาคของดินค่อยๆ หลุดเป็นอนุภาคเล็กๆ
6. ในการวัดความกว้าง ยาว ของสนามฟุตบอล นักเรียนควรใช้เครื่องมือใดวัด (ทักษะการวัด)
- สายวัด
  - ไม้เมตร
  - ตลับเมตร
  - ถ้วยชั่ง
7. ถ้านักเรียนต้องการวัดความลึกของแสงที่ส่องผ่านลงในน้ำ ควรเลือกใช้เครื่องมือใด (ทักษะการวัด)
- เซคิติดิสก์
  - เวอร์เนีย
  - เทอร์โมมิเตอร์
  - กระดาษชูนีเวอร์เซลดินดิเคเตอร์

8. หน่วยที่เหมาะสมที่สุดในการวัดพื้นที่สนามฟุตบอล ควรเป็นข้อใด (ทักษะการวัด)

ก. ลูกบาศก์เมตร

ข. ตารางเมตร

ค. ตารางเซนติเมตร

ง. ตารางกิโลเมตร

9. ในการดูสิ่งมีชีวิตจากตัวอย่างน้ำคลองหน้าโรงเรียน 3 ครั้ง นับจำนวนยูกลิ้นาได้ 2,3,4 ตัว ค่าเฉลี่ยของยูกลิ้นาเป็นเท่าใด (ทักษะการคำนวณ)

ก. 2 ตัว

ข. 3 ตัว

ค. 4 ตัว

ง. 5 ตัว

10. ในการวัดสนามฟุตบอล กว้าง 40 เมตร ยาว 80 เมตร สนามฟุตบอลนี้มีพื้นที่เท่าไร (ทักษะการคำนวณ)

ก. 120 ตารางเมตร

ข. 260 ตารางเมตร

ค. 3200 ตารางเมตร

ง. 4000 ตารางเมตร

11. ในการวัดขนาดรอบลำต้นของต้นไม้ข้างสนามฟุตบอลทั้งหมด 3 ต้น ได้ผลตามลำดับ คือ 5 cm, 3 cm, 6 cm ดังนั้น ขนาดลำต้นเฉลี่ยของต้นไม้ทั้ง 3 ต้น เป็นเท่าใด

(ทักษะการคำนวณ)

ก. 1.5 cm

ข. 2.5 cm

ค. 3.5 cm

ง. 4.5 cm

12. ข้อใดเป็นประเภทเดียวกันโดยใช้แหล่งที่อยู่เป็นเกณฑ์ (ทักษะการจำแนกประเภท)

ก. บัว ข้าว

ข. บัว กล้วยไม้

ค. บัว สาหร่าย

ง. ต้นหมาก สาหร่าย

13. ข้อใดเป็นการจำแนกโดยใช้แหล่งที่อยู่เป็นเกณฑ์ (ทักษะการจำแนกประเภท)

ก.

|         |         |
|---------|---------|
| นก      | ปลา     |
| สุนัข   | หอย     |
| ผีเสื้อ | กบ      |
| ต้นไม้  | สาหร่าย |

ข.

|         |          |
|---------|----------|
| ผีเสื้อ | ยุง      |
| ตึกแตก  | แมลงวัน  |
| แมลงปอ  | แตน      |
| ผึ้ง    | แมลงหวี่ |

ค.

|          |       |
|----------|-------|
| ตะขาบ    | วัว   |
| ไส้เดือน | แมว   |
| กิ้ง     | ไก่   |
| หอย      | สุนัข |

ง.

|          |       |
|----------|-------|
| จิ้งจก   | วัว   |
| ตุ๊กแก   | หมู   |
| กิ้งก่า  | สุนัข |
| จิ้งเหลน | แมว   |

14. การแบ่งประเภทของสิ่งมีชีวิตจากตารางข้างล่างผู้แบ่งยึดเกณฑ์ตามข้อใด (ทักษะการจำแนกประเภท)

|            |                           |
|------------|---------------------------|
| กลุ่มที่ 1 | ต้นคะน้า กัลยไม้ หญ้า ชบา |
| กลุ่มที่ 2 | เห็ด รา ยีสต์ แบคทีเรีย   |

ก. ประเภทของระบบนิเวศ

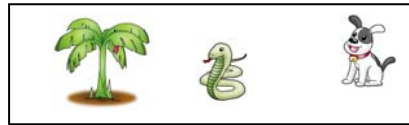
ข. บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ค. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างชนิด

ง. สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ



15. จากภาพข้างล่าง เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตเป็น 2 กลุ่ม ข้อใดเป็นเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งมีชีวิต (การจำแนกประเภท)



- ก. แหล่งที่อยู่อาศัย
- ข. บทบาทสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
- ค. หน้าที่เชิงอาหารในระบบนิเวศ
- ง. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกัน

16. ถ้าจับแยกขยะออกเป็น 2 ประเภท คือ

|            |                                   |
|------------|-----------------------------------|
| กลุ่มที่ 1 | กระดาษ ขวดพลาสติก กระป๋องน้ำอัดลม |
| กลุ่มที่ 2 | ถ่านไฟฉาย กระป๋องสเปรย์ หลอดไฟ    |

1 กล่องโฟม    2 เศษผัก    3 กระป๋องยาฆ่าแมลง    4 ถุงพลาสติก

ขยะหมายเลข 1 – 4 ขยะหมายเลขใดบ้างที่สามารถจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับขยะกลุ่มที่ 1 (ทักษะการจำแนกประเภท)

- ก. 1 และ 2
- ข. 2 และ 3
- ค. 3 และ 4
- ง. 1 และ 4

17. นักเรียนคิดว่าการแบ่งขยะทั้งสองกลุ่มในข้อ 16 ใช้เกณฑ์อะไร (ทักษะการจำแนกประเภท)

- ก. วัสดุที่ใช้ทำ
- ข. การใช้ประโยชน์
- ค. แหล่งกำเนิดของขยะ
- ง. การนำกลับมาใช้ใหม่ได้

18. ตารางแสดงแหล่งที่อยู่ บทบาทหน้าที่ อาหารที่บริโภค การขยายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ดังนี้

| ชนิด | แหล่งที่อยู่ | บทบาทหน้าที่ | อาหารที่บริโภค   | การขยายพันธุ์ |
|------|--------------|--------------|------------------|---------------|
| A    | บนบก         | ผู้ย่อยสลาย  | ซากพืชซากสัตว์   | ไม่อาศัยเพศ   |
| B    | บนบก         | ผู้ย่อยสลาย  | สร้างอาหารได้เอง | ไม่อาศัยเพศ   |
| C    | บนบก         | ผู้บริโภค    | พืชและสัตว์      | อาศัยเพศ      |
| D    | ในน้ำ        | ผู้บริโภค    | พืชและสัตว์      | อาศัยเพศ      |
| E    | ในน้ำ        | ผู้ผลิต      | สร้างอาหารได้เอง | อาศัยเพศ      |
| F    | บนบก         | ผู้ย่อยสลาย  | ซากพืชซากสัตว์   | ไม่อาศัยเพศ   |

ถ้าต้องการแบ่งสิ่งมีชีวิตออกเป็น 3 ประเภท เกณฑ์ที่ใช้แบ่งคือข้อใด (การจัดจำแนกประเภท)

- ก. ชนิด
- ข. แหล่งที่อยู่
- ค. บทบาทหน้าที่
- ง. การขยายพันธุ์

19. นักเรียนจำแนกใบไม้ในรูปข้างล่างออกเป็น 2 กลุ่ม และบอกเกณฑ์ในการจำแนก (ทักษะการจำแนกประเภท )

| กลุ่ม 1                                                                             | กลุ่ม 2                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |

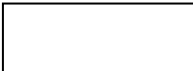
- ก. สีของใบ
- ข. ความกว้าง ยาวของใบ
- ค. ขอบใบเรียบ ขอบใบหยัก
- ง. พืชใบเลี้ยงเดี่ยว พืชใบเลี้ยงคู่

20. ข้อใดเป็น 2 มิติ (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซ)

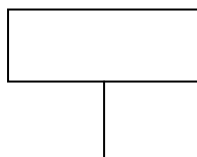
- ก. ปากกา
- ข. ลูกโป่ง
- ค. กล่องชอล์ค
- ง. ภาพวาดรูปเรขาคณิต

21. ถ้าตัดถึงขยะดังรูป จะได้ภาพอย่างไร (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซ)



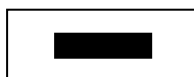
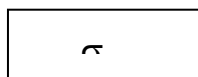
- ก. 
- ข. 
- ค. 
- ง. 

22. กระดาษแข็งรูปเรขาคณิตติดกับแกนไม้ รูปทรงเรขาคณิตที่เกิดจากการหมุนกระดาษคือรูปใด (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซ)



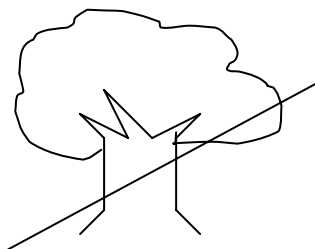
- ก. รูปไข่
- ข. รูปกรวย
- ค. ทรงกลม
- ง. ทรงกระบอก

23. นักเรียนจงบอกรูปทรงวัตถุที่เป็นต้นกำเนิดเงา (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซ)



- ก. ลูกบาศก์
- ข. ทรงกระบอก
- ค. ปริซึมฐานสี่เหลี่ยม
- ง. ปริซึมฐานสามเหลี่ยม

24. จากภาพด้านล่าง ถ้าตัดต้นไม้ตามรอยประจะได้พื้นที่หน้าตัดเป็นรูปใด  
(ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซ)



- ก. 
- ข. 
- ค. 
- ง. 

25. ข้อใดเป็นภาพ 2 มิติ (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซ)

- ก. 
- ข. 
- ค. 
- ง. 

26. ถ้าเปิดต้องการให้เพื่อนเห็นโปรโตชีวในน้ำ เปิดควรบอกข้อมูลอะไรบ้าง ตามลำดับ  
(ทักษะการจัดกระทำข้อมูล)

1. ดักน้ำเวลาใด
2. บริเวณที่ดักน้ำ
3. ไปดักน้ำกับใคร
4. ลักษณะโปรตั่วที่พบ
5. กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์

ก. 1,2,3,4

ข. 2,3,4,5

ค. 1,3,4,5

ง. 1,2,4,5

27. นักเรียนต้องการให้เพื่อนใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูโปรโตซัวในน้ำเป็นควรรบอกขั้นตอนการใช้กล้องอย่างไร ตามลำดับ (ทักษะการจัดกระทำข้อมูล)

1. นำสไลด์ วัตถุที่จะศึกษามาวาง
2. วางกล้องให้อยู่บนพื้นราบเรียบเพื่อความมั่นคง
3. หมุนปุ่มปรับภาพหยาบ และปุ่มปรับภาพละเอียด
4. ปรับกระจกเงา ให้แสงผ่านมายู่ตรงกลางลำกล้อง
5. หมุนเลนส์ใกล้วัตถุ อันที่มีกำลังขยายต่ำสุดให้อยู่ตรงกลาง
6. ถ้าต้องการขยายภาพให้ใหญ่หมุนเลนส์ใกล้วัตถุอันที่มีกำลังขยายสูงขึ้น

ก. 1,2,3,4,5,6

ข. 1,2,4,5,3,6

ค. 2,1,4,3,5,6

ง. 2,4,1,5,3,6

28. ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ถ้ายิ่งอุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะลดลง นักเรียนจะมีวิธีการนำเสนออย่างไรให้เข้าใจง่าย (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

ก. กราฟ

ข. วงจร

ค. แผนผัง

ง. แผนภูมิวงกลม

29. “เรือนไทยห่างจากประตูโรงเรียนประมาณ 500 เมตร ไปทางทิศใต้ และห่างจากอาคาร 1 ประมาณ 100 เมตรไปทางทิศตะวันตก ที่บริเวณเรือนไทยจะมีพรรณไม้จำนวนมาก “

วิธีที่เหมาะสมที่สุดในการนำเสนอข้อมูลคืออะไร (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

ก. กราฟ

ข. แผนผัง

ค. วงกลม

ง.

บรรยาย

30. เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูลักษณะสิ่งมีชีวิตเล็กๆในน้ำ นักเรียนจะออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองตามข้อใด (ทักษะการจัดกระทำข้อมูล)

ก.

| ชนิด | แหล่งที่พบ | จำนวน |
|------|------------|-------|
|      |            |       |

ข.

| ชนิด | แหล่งที่พบ | จำนวน | วาดรูปสิ่งมีชีวิต |
|------|------------|-------|-------------------|
|      |            |       |                   |

ค.

| ระบบนิเวศ | ผู้ผลิต | ผู้บริโภค | ผู้ย่อยสลาย |
|-----------|---------|-----------|-------------|
|           |         |           |             |

ง.

| ระบบนิเวศ | บทบาทของสิ่งมีชีวิต |             |                         |             |             |
|-----------|---------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------|
|           | ผู้ผลิต             | ผู้บริโภค   |                         |             | ผู้ย่อยสลาย |
|           |                     | สัตว์กินพืช | สัตว์กินทั้งพืชและสัตว์ | สัตว์กินซาก |             |
|           |                     |             |                         |             |             |

31. ถ้าต้องการบันทึกอุณหภูมิของน้ำทั้งหมด 3 ครั้ง ควรจดบันทึกแบบใด (ทักษะการจัดกระทำข้อมูล)

ก. ครั้งที่ 1 .....<sup>0</sup>C

ครั้งที่ 2 .....<sup>0</sup>C

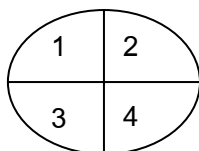
ครั้งที่ 3 .....<sup>0</sup>C

ข. 1 = .....<sup>0</sup>C

2 = .....<sup>0</sup>C

3 = .....<sup>0</sup>C

ค.



ง.

| ครั้งที่                         | 1 | 2 | 3 |
|----------------------------------|---|---|---|
| อุณหภูมิของน้ำ ( <sup>0</sup> C) |   |   |   |

32. ถ้าต้องการอธิบายเกี่ยวกับเหตุโตเต็มวัยขยายพันธุ์ด้วยสปอร์ จะเกิดเหตุต้นใหม่และเจริญเติบโตจนกระทั่งโตเต็มวัยสามารถขยายพันธุ์ได้จะเลือกใช้วิธีการใด (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

- ก. วงจร
- ข. แผนผัง
- ค. บรรยาย
- ง. กราฟเส้น

33. จงศึกษาข้อมูลต่อไปนี้แล้วจัดกระทำข้อมูลอย่างไรให้ดูง่ายและเป็นระเบียบ (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

|                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| ช้างหากินเป็นฝูง     | กวางหากินเป็นฝูง   |
| จิ้งจอกหากินตามลำพัง | มดหากินเป็นฝูง     |
| ผึ้งหากินเป็นฝูง     | คางคกหากินตามลำพัง |
| แมลงวันหากินตามลำพัง |                    |

- ก. ตาราง
- ข. กราฟเส้น
- ค. กราฟแท่ง
- ง. แผนภูมิวงกลม

34. พืชชนิดนี้ทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารให้เป็นอินทรีย์สาร ขยายพันธุ์โดยการสร้างสปอร์ นักเรียนคิดว่าเป็นพืชชนิดใด (ทักษะการลงความคิดเห็น)

- ก. รา
- ข. เห็ด
- ค. กล้ายไม้
- ง. สาหร่าย

35. ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับรูปภาพ (การลงความคิดเห็นจากข้อมูล)



- ก. ลูกนกอำปากเพราะหิว
- ข. แม่นกจับหนอนมาป้อนลูก
- ค. ลูกนกร้องเพลงเพราะมีอากาศดี
- ง. ลูกนกอำปากเพราะจะกินหนอนจากแม่

36. บริเวณที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่หลายชนิดต้นไม้อุดมสมบูรณ์ แสดงให้เห็นว่าบริเวณนั้นมีลักษณะอย่างไร ( ทักษะการลงความคิดเห็น )

ก. เป็นเขตป่าสงวน

ข. เป็นระบบนิเวศที่สมดุล

ค. เป็นเขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่า

ง. เป็นแหล่งที่มีความเจริญในชุมชนเมือง

37. นำฝึ้งนำแผ่นไม้กระดานวางทับหญ้าในสนามฟุตบอลทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ แล้วเปิดแผ่นไม้ผลจะเป็นอย่างไร (ทักษะการพยากรณ์)

ก. ต้นหญ้ามียีสเหือง ลำต้นยาวเพิ่มขึ้น

ข. ต้นหญ้ามียีสเหือง ลำต้นยาวเพิ่มขึ้น

ค. ต้นหญ้ามียีสเหือง

ต้นยาวเท่ากับบริเวณที่ไม่มีแผ่นไม้ปิด

ง. ต้นหญ้ามียีสเหือง ลำต้นยาวเท่ากับบริเวณที่ไม่มีแผ่นไม้ปิด

38. ถ้าในโลกของเราไม่มีต้นไม้อยู่เลยโลกเราจะเป็นอย่างไร (ทักษะการพยากรณ์)

ก. ขาดอากาศหายใจ

ข. อากาศร้อน

แห้งแล้ง

ค. สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะตาย

ง. ปริมาณก๊าซออกซิเจนลดลง

39. ถ้ากบถูกมนุษย์จับไปบริโภคมากขึ้น จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไรในอนาคต

(ทักษะการพยากรณ์)

ก. ูเพิ่มจำนวนมากขึ้น

ข. หนูเพิ่มจำนวนมากขึ้น

ค. นกเพิ่มจำนวนมากขึ้น

ง. แมลงเพิ่มจำนวนมากขึ้น



40. จากตารางบันทึกข้อมูลของนักเรียนคนหนึ่งที่ทำกรวัดความยาวของเงาเสาธง ในวันที่ 16 มิถุนายน 2548 ช่วงเวลาตั้งแต่ 12.00 น ถึง 16.00 น ได้ข้อมูลดังตาราง

| เวลา (นาฬิกา) | ความยาวของเงา (เมตร) |
|---------------|----------------------|
| 12.00 น.      | 0.5                  |
| 13.00 น.      | 1.5                  |
| 14.00 น.      | 2.5                  |
| 15.00 น.      | 3.5                  |
| 16.00 น.      | 4.5                  |

จากข้อมูลเวลา 14.30 น. เงาของเสาธงจะยาวกี่เมตร (ทักษะการพยากรณ์)

ก. 2.6 เมตร

ข. 2.8

เมตร

ค. 3.0 เมตร

ง. 3.2 เมตร

ขอให้เพื่อนๆทุกคนโชคดี



เฉลย

1. ค    2. ข    3. ก    4. ข    5. ก    6. ค    7. ก    8. ข    9. ข    10. ค  
 11. ง    12. ค    13. ก    14. ข    15. ก    16. ง    17. ง    18. ค    19. ค    20. ง  
 21. ข    22. ง    23. ง    24. ค    25. ก    26. ง    27. ง    28. ก    29. ข    30. ข  
 31. ง    32. ก    33. ก    34. ข    35. ค    36. ข    37. ก    38. ค    39. ง    40. ค

**แบบวัดจิตอนุรักษสิ่งแวดลอม**  
**เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์**  
**เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดลอม สำหรับช่วงชั้นที่ 3**

**คำชี้แจง**

เมื่อนักเรียนเรียนชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดลอม สำหรับช่วงชั้นที่ 3 จบแล้ว นักเรียนมีความรู้สึกนึกคิดต่อข้อความนั้นอย่างไร เมื่อนักเรียนพิจารณาแล้วให้ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อข้อความนั้น ๆ

| ข้อ | ข้อความ                                                                                               | ระดับความรู้สึก |       |             |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|-------------|
|     |                                                                                                       | เห็นด้วย        | เฉย ๆ | ไม่เห็นด้วย |
| 1   | <u>พฤติกรรมความรู้สึกนึกคิดต่อการอนุรักษสิ่งแวดลอม</u><br>ข้าพเจ้ายากมีส่วนร่วมในการอนุรักษสิ่งแวดลอม |                 |       |             |
| 2   | การสำรวจระบบนิเวศและสิ่งแวดลอมทำให้เสียเวลาในการได้ความรู้และทักษะต่างๆ                               |                 |       |             |
| 3   | ข้าพเจ้ารู้สึกภูมิใจในการได้มีส่วนร่วมอนุรักษสิ่งแวดลอมในโรงเรียน                                     |                 |       |             |
| 4   | ไม่มีความจำเป็นที่ต้องร่วมกันอนุรักษสิ่งแวดลอมเพราะมีสิ่งมีชีวิตมากมายทำให้ระบบนิเวศสมดุล             |                 |       |             |
| 5   | เรื่องสิ่งแวดลอมเป็นเรื่องที่ทันเหตุการณ์และทันสมัย                                                   |                 |       |             |
| 6   | ข้าพเจ้ายากนำวิธีการอนุรักษสิ่งแวดลอมไปเผยแพร่แก่ญาติพี่น้อง                                          |                 |       |             |
| 7   | การแยกขยะเป็นเรื่องเสียเวลา แยกแล้วเวลา กทม.เก็บก็เทรวมกันอยู่ดี                                      |                 |       |             |
| 8   | นักเรียนคิดว่าผู้คนโดยทั่วไปควรมีความรู้ความเข้าใจเรื่อง สิ่งแวดลอม                                   |                 |       |             |

| ข้อ | ข้อความ                                                                                                        | ระดับความรู้สึก |       |             |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|-------------|
|     |                                                                                                                | เห็นด้วย        | เฉย ๆ | ไม่เห็นด้วย |
| 9   | ข้าพเจ้าคิดว่าการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมควรเริ่มที่ตัวเองก่อน                                                      |                 |       |             |
| 10  | ข้าพเจ้ารู้สึกอายที่จะพูดเรื่องสิ่งแวดล้อม                                                                     |                 |       |             |
| 11  | <u>พฤติกรรมในการแสดงออกในการรักษาสิ่งแวดล้อม</u><br>ข้าพเจ้ามั่นใจว่าจะนำความรู้ที่ได้ไปปฏิบัติในชีวิตประจำวัน |                 |       |             |
| 12  | ข้าพเจ้าเรียนและร่วมกิจกรรมในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างสนุกสนาน                                               |                 |       |             |
| 13  | เรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องที่ไกลตัวและน่าเบื่อ                                                                |                 |       |             |
| 14  | ข้าพเจ้ารู้สึกเบื่อหน่ายที่จะแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม                                                               |                 |       |             |
| 15  | ข้าพเจ้ารู้สึกดีใจเมื่อถึงเวลาเรียนสิ่งแวดล้อม                                                                 |                 |       |             |
| 16  | การได้มีการวิเคราะห์สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมทำให้มีทักษะเพิ่มขึ้น                                                  |                 |       |             |
| 17  | ข้าพเจ้าพอใจในประสบการณ์เรียนเรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม                                                     |                 |       |             |
| 18  | ข้าพเจ้าเข้าร่วมกิจกรรมรณรงค์เก็บขวดน้ำพลาสติกไปขาย                                                            |                 |       |             |
| 19  | ควรปลูกต้นไม้บริเวณริมถนนเพราะช่วยลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์                                                       |                 |       |             |
| 20  | ข้าพเจ้าเรียนและร่วมกิจกรรมในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างสนุกสนาน                                               |                 |       |             |

| ข้อ | ข้อความ                                                                                                                                      | ระดับความรู้สึก |       |             |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|-------------|
|     |                                                                                                                                              | เห็นด้วย        | เฉย ๆ | ไม่เห็นด้วย |
| 21  | <u>พฤติกรรมแสดงออกในการใช้</u><br><u>ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด</u><br>ใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยใคร่ครวญ<br>ไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย |                 |       |             |
| 22  | หลังเลิกเรียนข้าพเจ้าปิดไฟและพัดลม<br>ทุกครั้ง                                                                                               |                 |       |             |
| 23  | เมื่อข้าพเจ้าเปิดน้ำใช้แล้ว จะปิดก๊อกน้ำให้<br>สนิททุกครั้ง                                                                                  |                 |       |             |
| 24  | ควรอาบน้ำด้วยฝักบัว                                                                                                                          |                 |       |             |
| 25  | เวลาซื้อของควรใส่ถุงพลาสติกทุกครั้งเพื่อ<br>คุณภาพชีวิตที่ดี                                                                                 |                 |       |             |
| 26  | เวลาซื้อของควรใส่ถุงผ้าเพื่อลดปริมาณ<br>ขยะ                                                                                                  |                 |       |             |
| 27  | ควรเปิดพัดลมแทนเครื่องปรับอากาศ                                                                                                              |                 |       |             |
| 28  | ข้าพเจ้าแนะนำให้ผู้ปกครองใช้ก๊าซโซฮอลล์<br>แทนน้ำมันเบนซิน                                                                                   |                 |       |             |
| 29  | เปิดเครื่องปรับอากาศไม่เกิน 25 องศา<br>เซลเซียส                                                                                              |                 |       |             |
| 30  | ควรรีดผ้าที่ละน้อยเฉพาะที่ต้องใส่ แต่ขยัน<br>รีดบ่อยๆ                                                                                        |                 |       |             |

### ภาคผนวก ข

- ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
- คู่มือครูประกอบการสอนชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
- ประมวลภาพการวิจัย

## ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

### เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับช่วงชั้นที่ 3

#### ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ



นางสาวอรอนงค์ ฟ้าคหนอง

นิสิตปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

## ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ

### คำชี้แจง

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ มี 3 เรื่อง ดังนี้
  - เรื่องที่ 1 : ระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน
    - ตอนที่ 1 : สำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน
    - ตอนที่ 2 : บทบาทของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน
  - เรื่องที่ 2 : สิ่งมีชีวิตในน้ำ
  - เรื่องที่ 3 : ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
    - ตอนที่ 1 : ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน
    - ตอนที่ 2 : ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในบริเวณบ้านและชุมชน
2. การเรียนโดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ นักเรียนควรศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ เนื้อหาในใบความรู้และวิธีทำกิจกรรมแต่ละเรื่องให้เข้าใจ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและปฏิบัติกิจกรรม
3. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละเรื่อง บันทึกผลของกิจกรรม และสรุปผลของกิจกรรม ลำดับต่อไปช่วยกันตอบคำถามในแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรมและรวบรวมส่งอาจารย์ผู้สอน
4. ขณะที่นักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรม หากมีปัญหาลังเลไม่เข้าใจสามารถปรึกษาซักถามอาจารย์ผู้สอนได้

## ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ

### จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่องระบบนิเวศแล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของระบบนิเวศ กลุ่มสิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่ และประเภทของระบบนิเวศได้
2. สำรวจ และจำแนกระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียนได้
3. บอกบทบาทหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้
4. สำรวจสิ่งมีชีวิตระบบนิเวศในน้ำได้
5. อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในเชิงอาหารได้

### เวลาที่ใช้

6 คาบ ( 360 นาที )

เรื่องที่ 1 : ระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน ( 2 คาบ)

ตอนที่ 1 : สำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 2 : บทบาทของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน

เรื่องที่ 2 : สิ่งมีชีวิตในน้ำ ( 2 คาบ)

เรื่องที่ 3 : ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในเชิงอาหาร (2 คาบ)

ตอนที่ 1 : ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 2: ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในบริเวณบ้านและชุมชน



## ใบความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศ

### ความหมายของระบบนิเวศ

นิเวศวิทยา (Ecology) เป็นวิชาที่กล่าวถึงสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งคำว่า Ecology มาจากภาษากรีก คือ Oikos หมายถึง บ้านหรือที่อยู่อาศัย Logos หมายถึง วิชาหรือวิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุนี้ Ecology จึงมีความหมายกว้างเนื่องจากหมายถึงทุกสิ่งที่อยู่รอบๆ สิ่งมีชีวิตนั้นๆ ไม่ว่าจะเป็นสิ่งมีชีวิตด้วยกันหรือสิ่งไม่มีชีวิตก็ตาม ระดับโลกของสิ่งมีชีวิตหรือชีวลัย (Biosphere)

ระบบนิเวศ (Ecosystem) หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต หรือสิ่งแวดล้อม หรือแหล่งที่อยู่อาศัย

ระบบนิเวศ = กลุ่มสิ่งมีชีวิต + สิ่งแวดล้อม

### ความหมายของกลุ่มสิ่งมีชีวิต

กลุ่มสิ่งมีชีวิต (Community) หมายถึง สิ่งมีชีวิตตั้งแต่สองชนิดมาอยู่ในแหล่งที่อยู่เดียวกันในเวลาเดียวกัน สมาชิกแต่ละหน่วยมีความสัมพันธ์กันโดยตรงหรือโดยทางอ้อม และต่างมีความสำคัญต่อกลุ่มสิ่งมีชีวิต ตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง เช่น กลุ่มสิ่งมีชีวิตในน้ำตกจำลอง จะประกอบขึ้นด้วยประชากรของปลา หอย สาหร่าย ต้นธูปฤาษี เฟิร์น เป็นต้น

### ความหมายของแหล่งที่อยู่

แหล่งที่อยู่ (Habitat) หมายถึง สถานที่หรืออาณาบริเวณที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ กลุ่มสิ่งมีชีวิตจะได้รับประโยชน์จากแหล่งที่อยู่อาศัยเป็นแหล่งอาหาร เป็นที่หลบภัยจากศัตรูหรือภัยธรรมชาติ เป็นแหล่งผสมพันธุ์หรือวางไข่และเลี้ยงดูตัวอ่อน สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันมีความต้องการสภาพแวดล้อม และขนาดของแหล่งที่อยู่อาศัยต่างกัน

### ส่วนประกอบของระบบนิเวศ

ระบบนิเวศมีความแตกต่างกันตามที่ตั้งของเส้นรุ้ง เส้นแวง เช่น ระบบนิเวศบนบก ระบบนิเวศน้ำจืด และระบบนิเวศน้ำทะเล แต่ทุกระบบนิเวศมีองค์ประกอบเหมือนกันคือประกอบด้วยส่วนประกอบที่ไม่มีชีวิต กับส่วนประกอบที่มีชีวิต

1. ส่วนประกอบที่ไม่มีชีวิต ( Abiotic environment ) เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ภาวะสมดุลในระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยเหล่านี้คือ

1.1 อนินทรีย์สาร ( Inorganic material ) ได้แก่ สารประกอบที่มาจากสิ่งไม่มีชีวิตสารเคมีต่างๆ ที่เป็นธาตุ ซึ่งมีการหมุนเวียนทำให้เกิดวัฏจักรการหมุนเวียนทั้งในระบบนิเวศและนอกกระบบนิเวศ

1.2 อินทรีย์สาร ( Organic material ) เป็นสารประกอบที่มีอยู่ในสิ่งมีชีวิตหรือเป็นสารประกอบที่สิ่งมีชีวิตสร้างขึ้นของชีวิต เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน อินทรีย์สารเหล่านี้ถูกเปลี่ยนเป็น อนินทรีย์สารได้โดยจุลินทรีย์ หรือผู้ย่อยสลาย

1.3 ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ ส่วนต่างๆ ที่อยู่แวดล้อมสิ่งมีชีวิตนั้นๆ เช่น อากาศ อุณหภูมิ แสง สี กลิ่น ความเป็นกรด - เบส ความชื้น แรงดัน หรือความดันบรรยากาศปัจจัยเหล่านี้ล้วนมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในบริเวณนั้นทั้งสิ้น

2. ส่วนประกอบที่มีชีวิต ( Biotic componet ) ได้แก่ จุลินทรีย์ พืช และสัตว์สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ นอกจากจะมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นในระบบนิเวศเดียวกันแล้วยังทำหน้าที่เชิงอาหารที่แตกต่างกันอีกด้วย

### ประเภทของระบบนิเวศ

ระบบนิเวศ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. ระบบนิเวศบนบก เช่น ป่าไม้ สนาบหญ้าทุ่งนา เป็นต้น

2. ระบบนิเวศในน้ำ ได้แก่

2.1 ระบบนิเวศน้ำจืด เช่น แม่น้ำ สระน้ำ น้ำตก เป็นต้น

2.2 ระบบนิเวศน้ำเค็ม เช่น ทะเล มหาสมุทร ป่าชายเลน เป็นต้น

### บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

จำแนกตามลักษณะกิจกรรมหน้าที่ในระบบนิเวศได้ 3 กลุ่มคือ

1. ผู้ผลิต (Producer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารได้เอง พวกที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ ได้แก่พวกที่มี คลอโรฟิลล์ หรือคลอโรพลาสต์ กับพวกที่สามารถสังเคราะห์เคมี เช่น พวกแบคทีเรียบางชนิด

2. ผู้บริโภค (Consumer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง ต้องกินสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นซึ่งเป็นการถ่ายทอดพลังงาน แบ่งออกได้เป็น

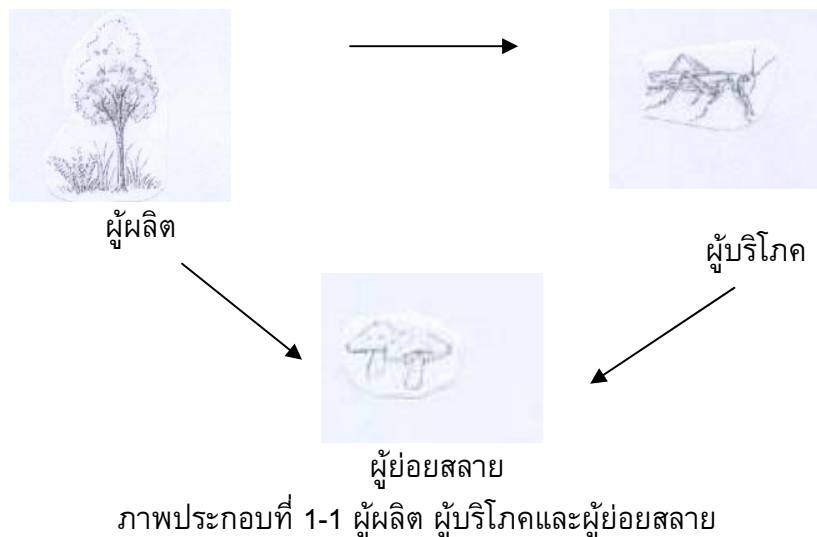
2.1 สัตว์กินพืช (Herbivore) ผู้บริโภคที่กินพืชและมีขบวนการในการย่อยเนื้อเยื่อของพืชมาใช้ เช่น ช้าง ม้า วัว ควาย แพะ แกะ และแมลงบางชนิด เป็นต้น

2.2 สัตว์กินสัตว์ (Carnivore) ผู้บริโภคที่กินเนื้อเป็นอาหาร เช่น เสือ สิงโต กบ จิ้งจก เป็นต้น

2.3 สัตว์กินทั้งพืชและสัตว์ (Omnivor) ผู้บริโภคที่กินได้ทั้งพืชและสัตว์ เช่น คน ไก่ เป็นต้น

2.4 สัตว์กินซาก ผู้บริโภคที่กินซากสัตว์ที่ตายแล้วเป็นอาหาร แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม พวกกินซากสัตว์ (Scavenger) ซึ่งจะกินของที่เริ่มเน่าเปื่อยแล้ว เช่น แร้ง หนอนกินซากหมาเน่า เป็นต้น และผู้บริโภคเศษอินทรีย์สาร (Detritivore) เช่น ไส้เดือน กิ้งกือ หอย ปลวก มอด เป็นต้น

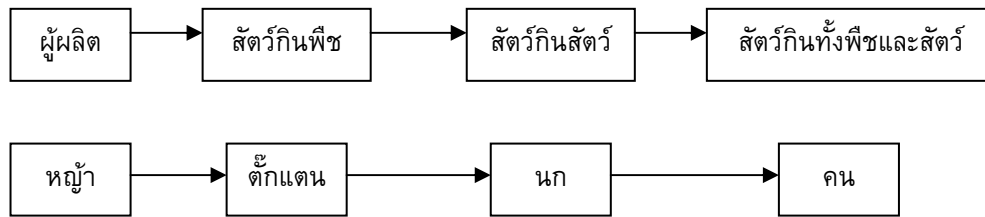
3. ผู้ย่อยสลาย (Decomposer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ สิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะกินอาหารจากซากสิ่งมีชีวิตอื่นๆ โดยผลิตเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารให้เป็นสารโมเลกุลเดี่ยวซึ่งส่วนหนึ่งจะถูกดูดซึมเป็นอาหารและส่วนที่เหลือจะตกค้างอยู่ในดินกลายเป็นธาตุอาหารของพืชต่อไป สิ่งมีชีวิตที่ทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลาย ได้แก่ จุลินทรีย์ พวกเห็ด รา ยีสต์ แบคทีเรีย



### ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในเชิงอาหาร

ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในเชิงอาหารในระบบนิเวศเป็นการหมุนเวียนของธาตุและสารประกอบ การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศเริ่มจากผู้ผลิตเปลี่ยนพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานเคมี โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เมื่อผู้บริโภคกินผู้ผลิต พลังงานเคมีในรูปของสารอาหารถูกถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคแต่ละลำดับ เมื่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศตาย ผู้ย่อยอินทรีย์สารจะทำหน้าที่ย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตให้เป็นอนินทรีย์สาร ซึ่งผู้ผลิตสามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่หากไม่มีผู้ย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตคงเต็มไปด้วยหมด

1. ห่วงโซ่อาหาร (Food chain) หมายถึง กระบวนการถ่ายทอดพลังงานในรูปอาหารจากสิ่งมีชีวิตระดับหนึ่งไปยังอีกระดับหนึ่งโดยลักษณะการกินเป็นทอดๆ ของสิ่งมีชีวิตเป็นลำดับต่อเนื่องกันเป็นสายยาว โดยเริ่มจากพืชถูกสัตว์กินพืชกิน สัตว์กินพืชถูกกินโดยสัตว์กินเนื้อและถูกกินต่อๆ กันไปเป็นลูกโซ่ ดังตัวอย่างของระบบนิเวศในสนามหญ้า ซึ่งเริ่มจากหญ้าถูกตั๊กแตนกิน ตั๊กแตนถูกนกกิน นกถูกคนกิน แต่การบรรยายเช่นนี้ค่อนข้างยืดยาว จึงเขียนเป็นผังโดยใช้ลูกศรแทนการกิน และหัวลูกศรชี้ไปที่สัตว์ใด หมายความว่าสัตว์นั้นเป็นผู้กิน ลำดับการกินอาหารของสิ่งมีชีวิตในสนามหญ้าเช่นนี้ เรียกว่า ห่วงโซ่อาหาร สามารถเขียนเป็นผังได้ดังนี้



ภาพประกอบที่ 1-2 แสดงห่วงโซ่อาหาร ( Food chain )

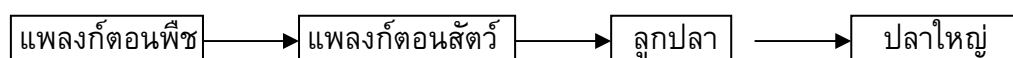
นำมาเขียนเป็นลำดับชั้นอาหาร และหน้าที่เชิงอาหารได้ดังนี้

| ลำดับชั้นของอาหาร<br>( Trophic level ) | สิ่งมีชีวิต | หน้าที่เชิงอาหาร                                   |
|----------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------|
| 4                                      | คน          | ผู้บริโภคน้ำสัตว์ลำดับสองหรือผู้บริโภคลำดับสุดท้าย |
| 3                                      | นก          | ผู้บริโภคน้ำสัตว์ลำดับหนึ่ง                        |
| 2                                      | ตั๊กแตน     | สัตว์กินพืชหรือผู้บริโภคลำดับแรก                   |
| 1                                      | หญ้า        | ผู้ผลิต                                            |

จากตารางจะเห็นว่า การเรียงลำดับชั้นของอาหารเริ่มนับตั้งแต่ผู้ผลิตเป็นลำดับแรกและเรียงต่อเนื่องกันไป แต่การนับหน้าที่เชิงอาหารจะนับผู้บริโภคน้ำสัตว์เป็นลำดับแรก แล้วนับต่อเนื่องกันไปตามลำดับการกิน ดังนั้นเมื่อสิ้นสุดการนับหน้าที่เชิงอาหารจะมีลำดับน้อยกว่าลำดับชั้นอาหาร

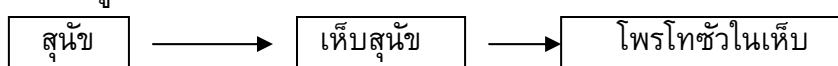
ห่วงโซ่อาหาร แบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะของสิ่งมีชีวิตเริ่มต้นหรือดูจาก สิ่งแรกที่ถูกกินว่าเป็นอะไร ดังนี้

1) ห่วงโซ่อาหารชนิดผู้ล่า ( Predator chain) ห่วงโซ่อาหารชนิดนี้เริ่มจากพืชหรือผู้ผลิตถูกกินโดยสัตว์กินพืช ต่อมาสัตว์กินพืชถูกกินโดยสัตว์กินเนื้อ และสัตว์กินเนื้อจะถูกกินต่อๆ กันไป ในห่วงโซ่อาหารชนิดนี้จึงมีเหยื่อ ( Prey ) กับผู้ล่า ( Predator ) ดังตัวอย่าง



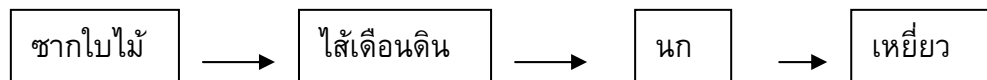
ภาพประกอบที่ 1-3 แสดงห่วงโซ่อาหารชนิดผู้ล่า ( Predator chain)

2) ห่วงโซ่อาหารชนิดปรสิต ( Parasitic chain ) เป็นห่วงโซ่อาหารที่ไม่ได้เริ่มจากผู้ผลิตแต่เริ่มจากผู้ถูกอาศัย ( Host ) ถ่ายทอดพลังงานไปยังปรสิตจากปรสิตถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคลำดับสูงกว่าตามลำดับ ดังตัวอย่าง



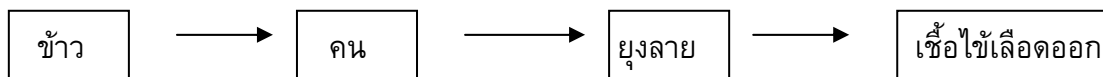
ภาพประกอบที่ 1-4 แสดงห่วงโซ่อาหารชนิดปรสิต (Parasitic chain)

3) ห่วงโซ่อาหารชนิดเศษซากอินทรีย์ ( Detritus chain ) เป็นห่วงโซ่อาหารที่เริ่มจากเศษซากพืชซากสัตว์ ( Detritus ) ถูกผู้บริโภคเศษซากพืชซากสัตว์ (Detritivore) กินและผู้บริโภคเศษซากพืชซากสัตว์ถูกกินโดยผู้บริโภคนื้อสัตว์และถูกกินต่อๆ กันไปตามลำดับชั้นอาหาร เช่น



ภาพประกอบที่ 1-5 แสดงห่วงโซ่อาหารชนิดเศษซากอินทรีย์ ( Detritus chain )

4) ห่วงโซ่อาหารชนิดผสม ( Mixed chain ) เป็นลักษณะของห่วงโซ่อาหารหลายๆ ชนิดอยู่รวมกันในห่วงโซ่อาหารนั้นมีทั้ง ผู้ล่าและปรสิต โดยเริ่มจากผู้ผลิต ผู้บริโภคพืชไปสู่ปรสิต ดังตัวอย่าง



ภาพประกอบที่ 1-6 แสดงห่วงโซ่อาหารชนิดผสม ( Mixed chain )

### ความแตกต่างระหว่างภาวะการล่าเหยื่อกับภาวะปรสิต

การล่าเหยื่อส่วนใหญ่แล้วผู้ล่ามักฆ่าเหยื่อ แต่ปรสิตไม่ได้ทำให้เหยื่อหรือผู้ถูกอาศัยตายในทันทีทันใด อีกประการหนึ่งผู้ล่ามีวิวัฒนาการเหมาะสำหรับการล่าเหยื่อ เช่น ฝ่าเท้าเร็ว เล็บและเขี้ยวแหลมคม ส่วนปรสิตก็มีวิวัฒนาการเหมาะสมที่จะอาศัยอยู่กับผู้ถูกอาศัย เช่น ที่ขาเห็บ หรือหมัด มีขนหรือขอแข็งพอที่จะติดกับขนของผู้ถูกอาศัย พยาธิตัวติดที่หัวมีขอและแผ่นดูดไว้เกาะกับลำไส้ เนื่องจากอยู่ในลำไส้ผู้ถูกอาศัย

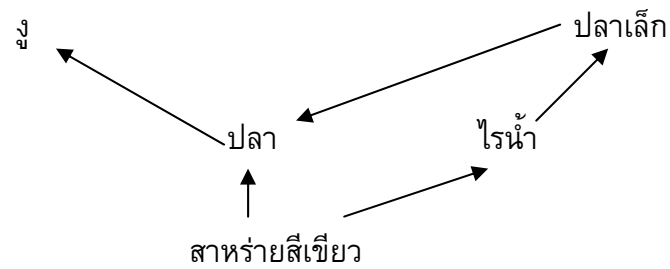
การกินอาหารในลักษณะของห่วงโซ่อาหารนั้น สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดกินอาหารเพียงอย่างเดียวหรือถูกกินโดยสัตว์ชนิดเดียว แต่ในความเป็นจริงแล้วมิได้เป็นเช่นนั้น จึงเขียนผังใหม่เพื่ออธิบายให้เห็นการกินกันเป็นทอดๆ ที่มีความซับซ้อนมากขึ้นและประกอบด้วยห่วงโซ่อาหารหลายห่วงโซ่

ความสัมพันธ์นี้

เรียกว่า

สายใยอาหาร

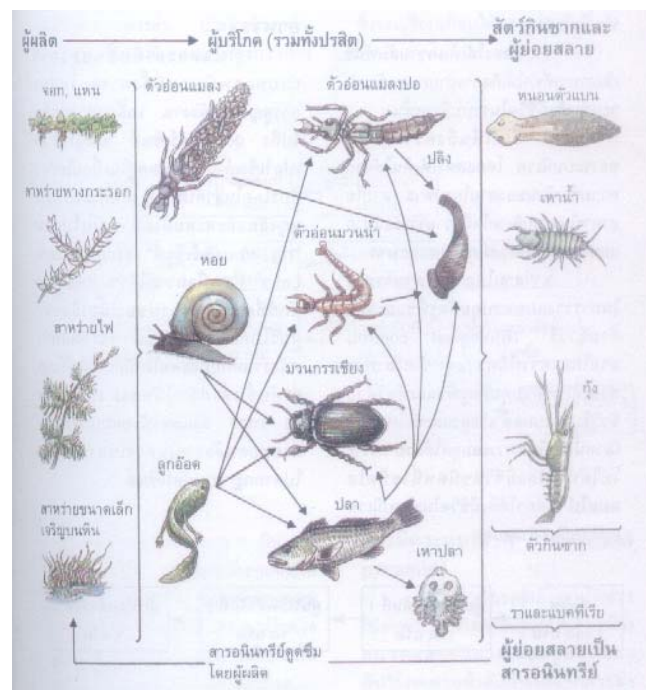
2. สายใยอาหาร (Food web) หมายถึง ห่วงโซ่อาหารที่ซับซ้อนหลายๆ ชุด ซึ่งต่อเนื่องกัน ทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานในรูปอาหารระหว่าง สิ่งมีชีวิตที่มีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน ตัวอย่างสายใยอาหารในบ่อน้ำ



ภาพประกอบที่ 1-7 แสดงสายใยอาหาร

สรุปลักษณะสำคัญของสายใยอาหาร

- 1) ถ้าระบบนิเวศในบ่อน้ำสมดุล สาหร่ายสีเขียวมีปริมาณมาก
- 2) ผู้บริโภคบางชนิดอาจจัดเป็นผู้บริโภคได้มากกว่า 1 ลำดับ เช่น ในสายใยอาหารนีู้กินปลาจัดเป็นผู้บริโภคลำดับที่ 2 แต่ถ้ากินกบ จัดเป็นผู้บริโภคลำดับที่ 3
- 3) ในกรณีที่ผู้บริโภคชนิดใดชนิดหนึ่งในระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงจำนวนอย่างกะทันหันไม่ว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง จะทำให้สมดุลของระบบนิเวศนั้นเปลี่ยนไป แต่ถ้าระบบนิเวศประกอบด้วยสายใยอาหารที่ซับซ้อนมาก การเปลี่ยนแปลงปริมาณสิ่งมีชีวิตบางชนิดอาจมีผลกระทบต่อระบบนิเวศไม่มากนัก เพราะผู้บริโภคที่เลือกกินอาหารได้หลายอย่างจะเปลี่ยนไปกินอาหารชนิดอื่นแทน



ภาพประกอบที่ 1-8 แสดงสายใยอาหารในบ่อน้ำ

กลุ่มสิ่งมีชีวิต 4 กลุ่มคือ ผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้กินซาก และผู้ย่อยสลาย

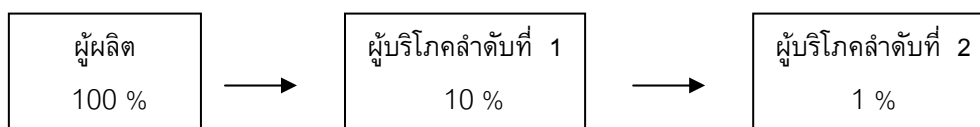
ที่มา : ปรีชา สุวรรณพินิจกับนางลักษณ์ สุวรรณพินิจ.2544:63

### ประโยชน์ที่ได้จากสายใยอาหารหรือห่วงโซ่อาหาร

- 1) แสดงให้เห็นความสัมพันธ์เชิงอาหาร ที่ทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้นๆ
- 2) ชี้ให้เห็นถึงความสมดุลของระบบนิเวศ โดยแสดงให้เห็นได้จากความซับซ้อนของสายใยอาหาร สายใยอาหารในระบบนิเวศใดมีความซับซ้อนมาก แสดงว่าระบบนิเวศมีความสมดุลมาก
- 3) สายใยอาหารสามารถใช้ในการวางแผนควบคุมศัตรูพืชและสัตว์ด้วยชีววิธี สายใยอาหารที่มีความซับซ้อนมากจะช่วยให้การควบคุมศัตรูพืชและสัตว์ด้วยชีววิธีประสบความสำเร็จสูงและทำให้ระบบนิเวศนั้นอยู่ในสภาวะสมดุลได้ด้วย เพราะไม่ได้ทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งชนิดใดหมดไป แต่ทำให้สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศอยู่ด้วยกันอย่างสมดุล

### การถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหาร

ในแต่ละลำดับขั้นของการถ่ายทอดพลังงานมีทั้งการสะสมและการสูญเสียพลังงานเฉลี่ยแล้วสูญเสียไปถึง 90 เปอร์เซ็นต์และอีก 10 เปอร์เซ็นต์ จะสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อของผู้บริโภคในลำดับต่างๆ ลักษณะของการสูญเสียและสะสมดังกล่าวเป็นไปตาม “ กฎ 10 เปอร์เซ็นต์ ” ที่สรุปใจความได้ว่า “ พลังงานศักย์ที่สะสมอยู่ในรูปของเนื้อเยื่อของผู้บริโภคแต่ละลำดับขั้นจะน้อยกว่าพลังงานศักย์ที่สะสมในเนื้อเยื่อผู้บริโภคลำดับต่ำกว่าที่ถัดลงมาประมาณ 10 เท่า ” ดังแสดงด้วยแผนภาพการถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหารเป็นไปตามกฎ 10 เปอร์เซ็นต์



ภาพประกอบที่ 1-9 แสดงการถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหารเป็นไปตามกฎ 10 เปอร์เซ็นต์

เนื่องจากพลังงานสะสมที่อยู่ในอาหารระดับที่ต่ำกว่าจะสูงกว่าในระดับที่สูงกว่าตามลำดับ ตามทฤษฎีการถ่ายทอดพลังงานอาหารในระบบนิเวศประสิทธิภาพในการถ่ายทอดไปได้จะประมาณ 10 % เท่านั้นอีก 90 % ที่ไม่ถูกถ่ายทอดไปเนื่องจาก

- อาหารบางส่วนไม่ถูกกินหรือกินไม่ได้
- อาหารบางส่วนกินเข้าไปแล้วแต่ย่อยไม่ได้
- ในการหายใจระดับเซลล์มีการสูญเสียพลังงานความร้อนไปมาก

3. พีระมิดอาหาร (Food Pyramid) หมายถึง การถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหาร แต่ละลำดับขั้นของอาหารนั้นสามารถนำมาอธิบายในรูปแบบของแผนภาพรูปแท่งซ้อนๆ กันโดยให้ผู้ผลิตเป็นแท่งอยู่ในระดับต่ำสุด และสิ่งมีชีวิตที่มีลำดับขั้นของอาหารสูงขึ้นตามลำดับชั้น เป็นรูปพีระมิดดังนี้

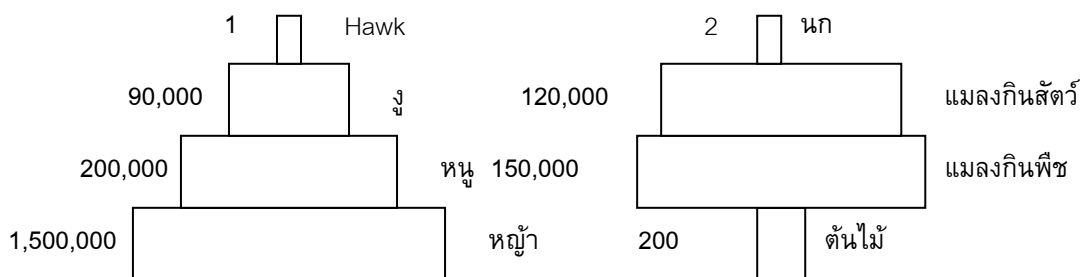


ภาพประกอบที่ 1-10 แสดงปิระมิดอาหาร

### การถ่ายทอดพลังงานที่แสดงด้วยปิระมิด

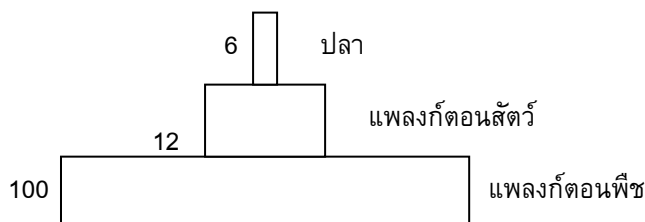
การถ่ายทอดพลังงานรูปปิระมิดมีอยู่ 3 แบบ ตามค่าของปริมาณที่นำมาเขียนดังนี้

1. ปิระมิดของจำนวน ( Pyramid of number ) เป็นปิระมิดที่แสดงด้วยจำนวนสิ่งมีชีวิตต่อหน่วยพื้นที่หรือปริมาตรในแต่ละลำดับชั้นอาหารวิธีนี้สามารถนับได้ง่าย ยกเว้นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก และมีจำนวนมากโดยเฉพาะส่วนของผู้ผลิต ปิระมิดจำนวนมีทั้งชนิดหัวตั้งและหัวกลับ เช่น ต้นสักขนาดใหญ่แต่ละต้นจะนับเป็น 1 หน่วยเหมือนกับต้นหญ้าเล็กๆ เป็นต้น



ภาพประกอบที่ 1-11 แสดงปิระมิดจำนวน<sup>H</sup>

2. ปิระมิดของมวล ( Pyramid of biomass ) เป็นปิระมิดแสดงปริมาณสิ่งมีชีวิตด้วยมวลของน้ำหนักแห้งหรือน้ำหนักทั้งหมดหรือจำนวนแคลอรีต่อหน่วยพื้นที่หรือปริมาตรในแต่ละลำดับชั้นอาหาร รูปร่างของปิระมิดมีทั้งชนิดหัวตั้งและหัวกลับ ขึ้นกับชนิดของผู้ผลิตถ้าผู้ผลิตมีขนาดใหญ่ อายุยาวนาน ฐานปิระมิดจะกว้าง แต่ถ้าผู้ผลิตมีขนาดเล็กและอายุสั้น ปิระมิดจะมีลักษณะของฐานแคบลง

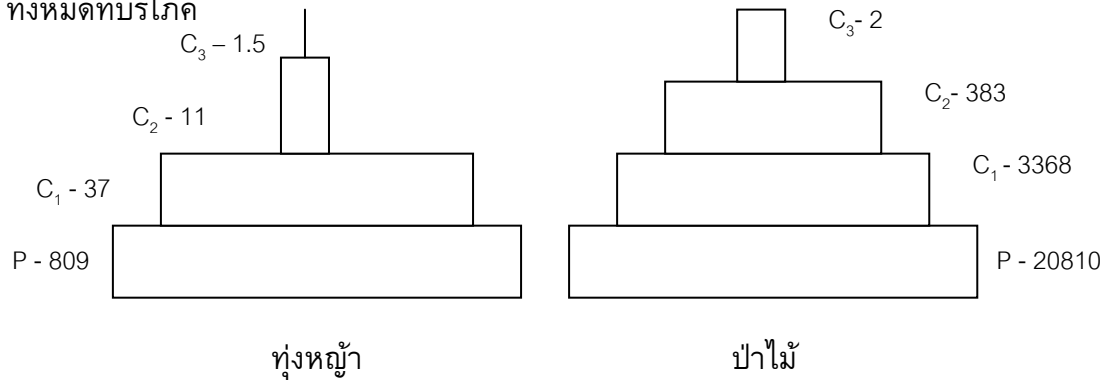


ภาพประกอบที่ 1-12 แสดงปิระมิดของมวล<sup>H</sup>

<sup>H</sup> ที่มาดัดแปลงจาก : ปรีชา สุวรรณพินิจกับนงลักษณ์ สุวรรณพินิจ.2544:887- 888.

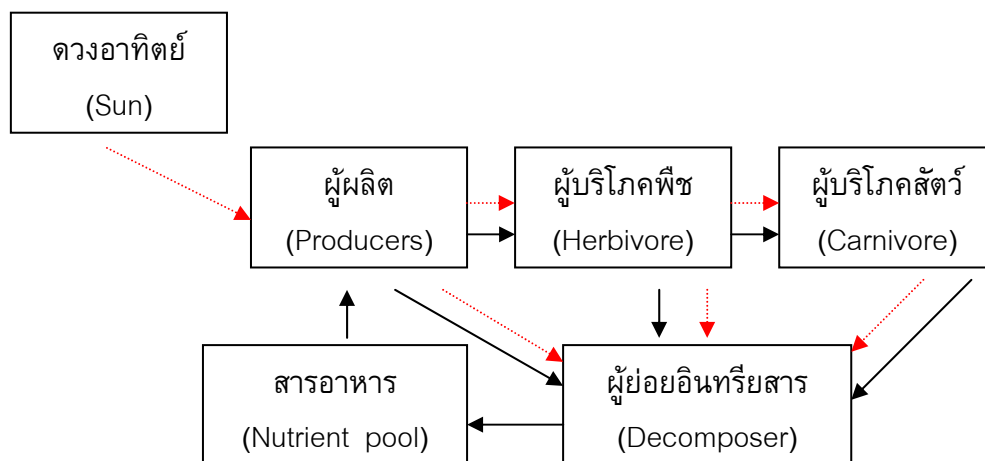


3. ปริมาตรของพลังงาน ( Pyramid of energy ) เป็นปริมาตรที่แสดงให้เห็นอัตราการถ่ายทอดพลังงานต่อหน่วยพื้นที่หรือปริมาตรต่อหน่วยเวลาปริมาตรมีลักษณะหัวตั้งเสมอ เพราะพลังงานจะลดลงตามลำดับ และได้พลังงานสะสมไว้ประมาณสิบเปอร์เซ็นต์ของพลังงานทั้งหมดที่บริโภค



ภาพประกอบที่ 1-13 แสดงปริมาตรของพลังงาน<sup>H</sup>

การถ่ายทอดในระบบนิเวศมีอยู่สองส่วน คือ การถ่ายทอดพลังงานและการถ่ายทอดสารซึ่งมีความแตกต่างกันคือการถ่ายทอดสารเป็นวัฏจักรดังแสดงให้เห็นได้จากแผนภาพ



.....> การถ่ายทอดพลังงานหรือการเคลื่อนที่ของพลังงานไม่เป็นวัฏจักรหรือไม่เป็นวงจร

————> การถ่ายทอดสารหรือการเคลื่อนที่ของสารเป็นวัฏจักรหรือเป็นวงจร

ภาพประกอบที่ 1-14 แสดงการถ่ายทอดพลังงานและการถ่ายทอดสารในระบบนิเวศ<sup>H</sup>

จากแผนภาพสรุปได้ว่า

1. สิ่งมีชีวิตได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เข้าสู่ระบบนิเวศโดยผู้ผลิตซึ่งจะเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานศักย์หรือพลังงานเคมีโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง และเก็บสะสมเป็นพลังงานและสารอาหารไว้ในตัวผู้ผลิต

<sup>H</sup>ที่มา : ปรีชา สุวรรณพินิจกับนงลักษณ์ สุวรรณพินิจ.2544 : 888-889.

2. การถ่ายทอดพลังงานระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันนั้นอยู่ในรูปของพลังงานศักย์หรือพลังงานเคมีในโมเลกุลของสารอาหาร เมื่อทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคตายลง พลังงานจะถ่ายทอดต่อไปและสิ้นสุดที่ผู้ย่อยสลายอินทรีย์ ดังนั้นการถ่ายทอดพลังงานจึงไม่มีการเคลื่อนที่กลับไปสู่จุดเริ่มต้นจึงเป็นการถ่ายทอดทางเดียวและไม่เป็นวัฏจักร ต่างจากการถ่ายทอดสารที่หมุนเวียนกลับไปยังผู้ผลิตได้อีกจึงเป็นการถ่ายทอดแบบเป็นวัฏจักร

สำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียนสีกัน(วัฒนานครอุปถัมภ์)



โรงเรียนสีกัน(วัฒนานครอุปถัมภ์)



เรือนไทย



สวนหย่อมหน้าอาคาร 1



สนามฟุตบอล

ภาพประกอบที่ 1-15 แสดงระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียนสีกัน (วัฒนานครอุปถัมภ์)

## โปรโตซัว (Protozoa)

โปรโตซัวเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีลักษณะคล้ายสัตว์ และบางชนิดคล้ายทั้งพืชและสัตว์ ทำให้มีความเหลื่อมซ้อนในการจัดจำแนกของสิ่งมีชีวิต

### โครงสร้างเซลล์ของโปรโตซัว

เซลล์หนึ่งเซลล์ของโปรโตซัวจะมีลักษณะทางโครงสร้างเช่นเดียวกับเซลล์โดยทั่วไป แต่หนึ่งเซลล์ของโปรโตซัวจะต้องมีความสามารถในการที่จะมีชีวิตอยู่ หนึ่งเซลล์ของโปรโตซัวจึงต้องหาอาหารเอง ต้องได้รับออกซิเจน ต้องมีการดำเนินกิจกรรมของชีวิต (Life function) เช่นเดียวกับร่างกายของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ดังนั้นโปรโตซัวจึงต้องมีออร์แกเนลล์เฉพาะในการทำงาน เหล่านี้ซึ่งเซลล์ทั่วๆ ไปไม่มีเซลล์ของโปรโตซัวจึงมีลักษณะเฉพาะในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ที่แตกต่างไปจากเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอื่น

เซลล์ของโปรโตซัวประกอบด้วยเยื่อหุ้มเซลล์ (Cell membrane) ไซโตพลาสซึม (Cytoplasm) และนิวเคลียส (Nucleus) ภายในไซโตพลาสซึมจะมีออร์แกเนลล์ต่างๆ ตามลักษณะทั่วไปของเซลล์ แต่โปรโตซัวบางชนิดยังต้องมีออร์แกเนลล์สำหรับกิจกรรมเกี่ยวกับการดำรงชีวิต เช่น โปรโตซัวที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้จะมีพลาสติด (Plastid) เพื่อใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง ส่วนโปรโตซัวที่ไม่สังเคราะห์ด้วยแสงจะกินอาหารแบบสัตว์โดยใช้ถุงอาหาร (Food vacuole) ภายในเซลล์ โปรโตซัวบางชนิดมีสามารถดูดสารอินทรีย์ที่อยู่รอบตัวไปเป็นอาหาร โปรโตซัวมีการแลกเปลี่ยนก๊าซ และขับถ่ายโดยวิธีการแพร่ โปรโตซัวที่อยู่ในน้ำจืดมีการปรับสมดุลย์ของน้ำภายในเซลล์ โดยมีออร์แกเนลล์เฉพาะ คือ คอนแทรกไทล์แวคิวโอล (Contractile vacuole)

### สำรวจสิ่งมีชีวิตในน้ำจากแหล่งน้ำ 3 แหล่ง



คลองหน้าโรงเรียน

น้ำตกจำลอง

กระถางบัว

ภาพประกอบที่ 1 - 16 แสดงแหล่งน้ำในบริเวณโรงเรียนสีกัน (วัฒนานคร อ.อุบลรัตน์)

## การเก็บตัวอย่างโปรโตซัว

การเก็บตัวอย่างน้ำมาเพื่อตรวจดูโปรโตซัว ควรตักน้ำจากแหล่งน้ำนิ่ง เช่น คูต่าง ๆ ซึ่งขุดขึ้นมาเพื่อใช้เป็นที่ระบายน้ำไปแล้วจากอาคาร แหล่งน้ำที่ควรตรวจดูโปรโตซัว คือ

1. น้ำที่มีสีเขียว น้ำที่มีสีเขียวธรรมชาติจะพบโปรโตซัวที่เคลื่อนที่โดยมีออร์กาเนลที่เรียกว่าแฟลเจลเลทเส้นเดียว เช่น ยูกลีนา (*Euglena*) และสาหร่ายสีเขียวอื่น ๆ น้ำสีเขียวจัดจะเกิดขึ้นเป็นครั้งคราว เนื่องจากมีสิ่งมีชีวิตสีเขียวแกมน้ำเงินอยู่มาก น้ำแบบนี้จะมีโปรโตซัวที่เคลื่อนที่โดยแฟลเจลเลท เส้นเดียวและพวกที่มีออร์กาเนลที่ใช้เคลื่อนที่เป็นซีเลียโบกพัด น้ำสีเขียวนี้เมื่อตักมาแล้วควรตรวจดูทันที หากทิ้งไว้หลายวันโปรโตซัวจะตายและตกตะกอนเกือบหมดทำให้น้ำเน่า

2. น้ำที่มีสาหร่ายชนิดที่เป็นเส้นยาว (*Spirogyra* หรือ *Oedogonium*) ลอยเป็นฝ้า น้ำพวกนี้ค่อนข้างใส มีออกซิเจนมาก มีแบคทีเรียน้อย มีไนเตรทละลายน้ำมาก จะมีโปรโตซัวที่เคลื่อนที่โดยใช้แฟลเจลเลทและซีเลียหลายชนิด นอกจากนี้ยังพบซาร์โคดีนาหลายชนิด น้ำประเภทนี้เมื่อทิ้งไว้ให้สาหร่ายเน่าเปื่อยแล้วจะมีซีเลียเกิดขึ้นมากมายเนื่องจากมีแบคทีเรียมาก

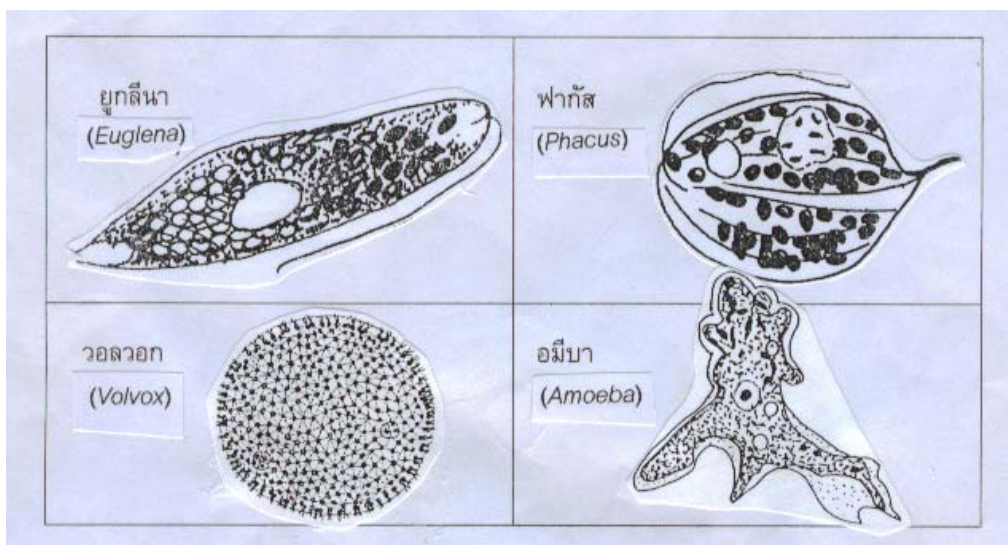
3. น้ำตามขอบบ่อหรือคู มักจะมีเศษใบไม้ใบจอกเน่าเปื่อยลอยเป็นฝ้าจะมีซีเลียและซาร์โคดีนาเป็นจำนวนมาก

4. น้ำที่มีผ้าสีแดง ตามบ่อเลี้ยงปลาหรือแอ่งน้ำขังที่มีผ้าสีแดงมักจะมี ยูกลีนา (*Euglena*) เป็นจำนวนมากและมี แอลเซลลา (*Arcella*) ซึ่งอยู่ปนกับไดอะตอม และมีซีเลียหลายชนิดที่กินสาหร่ายและไดอะตอมเป็นอาหารปนอยู่ด้วย

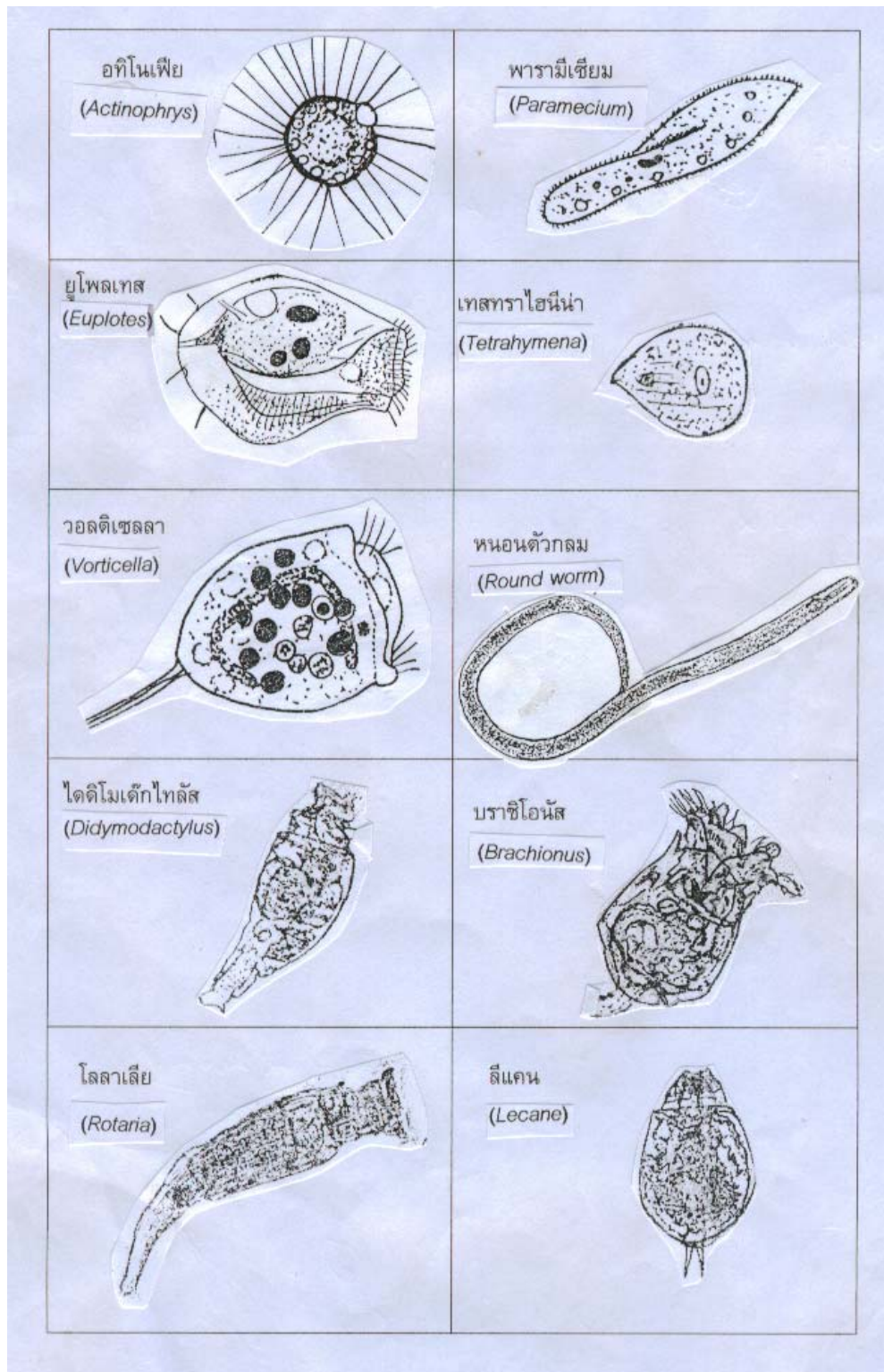
5. พืชน้ำ รากของพืชน้ำเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำขนาดเล็กต่าง ๆ รวมทั้งโปรโตซัวด้วย

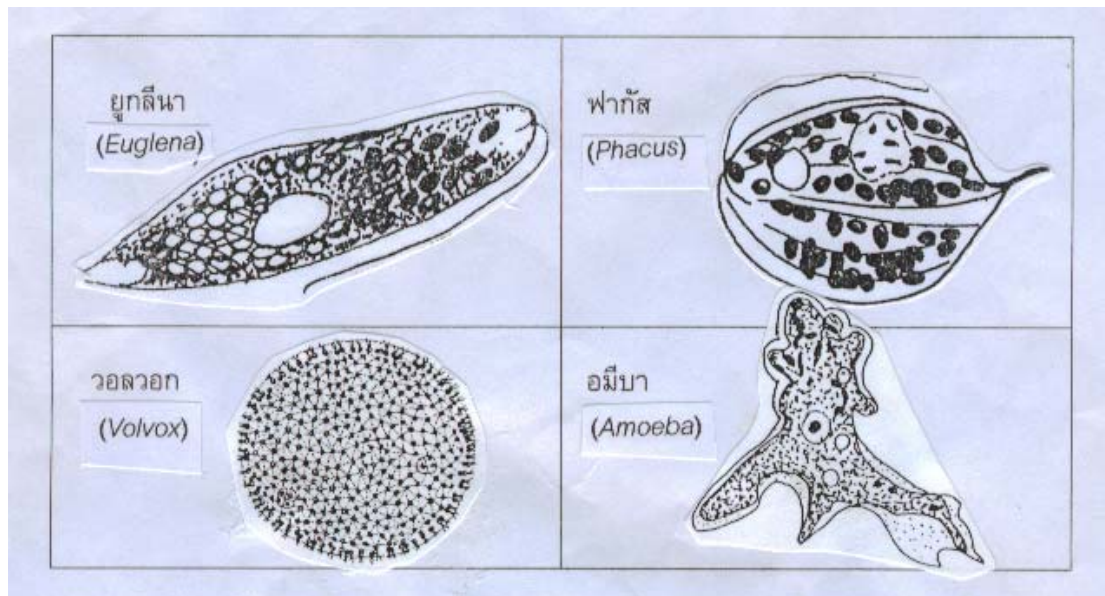
จึงเป็นแหล่งหนึ่งที่จะพบโปรโตซัวได้มาก

### สิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในแหล่งน้ำจืด









ภาพประกอบที่ 1 - 17 แสดงโปรโตซัวในแหล่งน้ำบริเวณโรงเรียนสีกัน (วัฒนานันท์อุปถัมภ์)

ที่มา : นันทพร จารุพันธุ์.2547:64-145.

เนื่องจากการสำรวจสิ่งมีชีวิตเล็กๆ พวกโปรโตซัวไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ดังนั้นจึงต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ช่วยในการสังเกตลักษณะของสิ่งมีชีวิต

### กล้องจุลทรรศน์ (Microscope)

กล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือที่ช่วยขยายภาพวัตถุที่มีขนาดเล็กที่ไม่สามารถเห็นด้วยตาเปล่าให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้สังเกตรายละเอียดและส่วนประกอบต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น

#### ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์

กล้องจุลทรรศน์ประกอบด้วยส่วนที่เป็นตัวกล้อง ส่วนที่ทำหน้าที่รับแสง และส่วนที่ทำหน้าที่ปรับภาพ ดังนี้

ส่วนที่เป็นตัวกล้อง ประกอบด้วย

1. ฐาน (Base) ใช้สำหรับวางบนโต๊ะ
2. แขน (Arm) เป็นส่วนเชื่อมระหว่างตัวลำกล้อง กับส่วนฐาน
3. ลำกล้อง เป็นส่วนที่ปลายด้านบนมีเลนส์ตา ส่วนปลายล่างติดกับเลนส์วัตถุ ซึ่งติดกับแผ่นโลหะหมุนได้เพื่อเปลี่ยนเลนส์ขนาดต่างๆ กัน

4. แท่นวางวัตถุ (Stage) เป็นแผ่นโลหะที่มีช่องวงกลมอยู่ตรงกลางเพื่อให้แสงจากด้านล่างส่องขึ้นมาที่แผ่นสไลด์ มีที่ยึดสไลด์ชนิดใช้มือหมุนเลื่อนแผ่นสไลด์ โดยไม่ต้องจับแผ่นสไลด์เลื่อนโดยตรง ปุ่มเลื่อนสไลด์นี้นอกจากใช้เลื่อนสไลด์ไปทางด้านบน ด้านล่าง ด้านขวา หรือด้านซ้ายแล้วยังมีสเกลกำกับได้ด้วย

ส่วนที่ทำหน้าที่รับแสง มีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

1. กระจกเงา (Mirror) มีสองด้าน คือ ด้านเรียบและด้านเว้าตำแหน่งของกระจกอยู่ใต้เลนส์รวมแสง หมุนปรับได้รอบทิศทางเพื่อรับแสงให้สะท้อนเข้าเลนส์รวมแสง หรือใช้แสงจากหลอดไฟที่ติดอยู่กับฐานกลิ้งแทน

2. ไอรส์ไดอะแฟรม (Iris diaphragm) เป็นส่วนปรับแสงจากกระจกหรือหลอดไฟ ซึ่งเป็นตัวปรับให้แสงผ่านวัตถุในแผ่นสไลด์ได้มากน้อยตามต้องการ

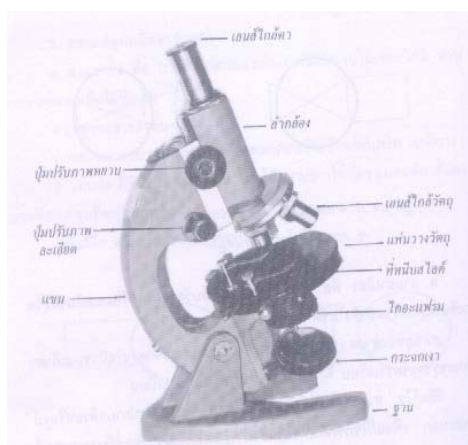
3. เลนส์รวมแสง (Condenser lens) เป็นเลนส์ที่ทำหน้าที่รวมแสงเพื่อเลื่อนให้ลำแสงตกบนวัตถุในแผ่นสไลด์ได้มากน้อยตามต้องการ โดยการเลื่อนเลนส์ขึ้นลงได้ด้วยปุ่มปรับ

4. เลนส์วัตถุ (Objective lens) เป็นเลนส์ที่อยู่ใกล้แผ่นสไลด์หรือใกล้วัตถุ ปกติอยู่บนแป้นโลหะวงกลม ซึ่งหมุนได้โดยรอบ เลนส์วัตถุมีหลายขนาด แต่ละอันมีตัวเลขบอกกำลังขยายติดไว้ เช่น 4X , 10X, 40X และ 100X

5. เลนส์ตา (Eyepiece) เป็นเลนส์ที่อยู่ส่วนบนสุดของตัวกล้อง เพื่อมองผ่านดูภาพที่เกิดจากวัตถุหรือแผ่นสไลด์กำลังขยายของเลนส์ตาเขียนกำกับไว้ที่ด้านบนของเลนส์ เช่น 10X, 15X กล้องบางชนิดมีเลนส์ตาเลนส์เดียว บางกล้องมี 2 เลนส์

ภาพที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์เป็นภาพเสมือนหัวตั้ง แต่หัวกลับกับวัตถุ นั่นคือด้านซ้ายของภาพคือด้านขวาของวัตถุ ดังนั้นการเลื่อนสไลด์กับภาพที่เห็นจะเป็นในทางตรงข้าม

ส่วนที่ทำหน้าที่ปรับภาพ ได้แก่ ปุ่มสำหรับหมุนปรับภาพ (Adjustment wheel) เป็นตัวบังคับให้เลื่อนระยะระหว่างวัตถุกับเลนส์ให้พอเหมาะที่จะเห็นภาพได้ชัด ปุ่มปรับภาพมี 2 ชนิด คือ ปุ่มปรับภาพหยาบ (Course adjustment wheel) หรือปุ่มปรับภาพหมุนเร็ว ซึ่งใช้ปรับระยะระหว่างวัตถุกับเลนส์วัตถุให้เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และปุ่มปรับภาพละเอียด (Fine adjustment wheel) หรือปุ่มปรับภาพหมุนช้า โดยที่แกนสำหรับหมุนจะเล็กกว่าปุ่มแรก ทำให้ระยะระหว่างวัตถุกับเลนส์เปลี่ยนอย่างช้าๆ ปุ่มนี้ใช้ปรับภาพเมื่อเลนส์วัตถุอยู่ใกล้แผ่นสไลด์ เพื่อเลื่อนระยะปรับให้ภาพชัดอย่างช้าๆ



ภาพประกอบที่ 1 - 18 แสดงส่วนประกอบกล้องจุลทรรศน์

ที่มา : วนิตา ยุตินาถกับบุญสนอง ฟิ่งสุข.

2539:28.

วิธีใช้กล้องจุลทรรศน์

หลักการที่สำคัญในการใช้กล้องจุลทรรศน์คือ

1. ทุกครั้งที่นำกล้องจุลทรรศน์ออกจากกล่อง การยกกล้องควรใช้มือข้างหนึ่งจับแขนของกล้องและมืออีกข้างหนึ่งรองที่ฐานกล้องในลักษณะตั้งตรง วางกล้องจุลทรรศน์บนโต๊ะปฏิบัติการที่สะอาดและแห้ง

2. ปรับแสงให้เข้ากล้องมากที่สุดโดยให้แสงผ่านช่องของแท่นวางวัตถุ หากใช้แสงอาทิตย์หรือแสงไฟที่ไม่ได้ติดมากับกล้องต้องใช้กระจกเงารับแสง ถ้าแสงสว่างมากให้ใช้กระจกด้านเรียบ ถ้าแสงสว่างน้อยให้ใช้กระจกด้านเว้า ถ้ากล้องใช้หลอดไฟให้เสียบปลั๊ก และเปิดสวิตช์ให้สว่างและถ้ากล้องมีปุ่มปรับแสงให้เลื่อนปุ่มปรับความเข้มของแสง

3. วางสไลด์บนแท่นวางวัตถุ และเลื่อนสไลด์จนตัวอย่างของวัตถุอยู่ตรงกลางช่องของแท่นวางวัตถุ

4. หมุนแผ่นโลหะที่ลากกล้อง เพื่อให้เลนส์วัตถุกำลังขยายต่ำเข้ามาในตำแหน่งใช้งาน โดยจะเกิดเสียงดัง “กิ๊ก” หมุนปุ่มปรับภาพหยาบเพื่อเลื่อนลากกล้องลงมาหาแท่นวางวัตถุ หรือเลื่อนแท่นวางวัตถุขึ้นไปหาเลนส์วัตถุ (แล้วแต่ชนิดของกล้อง) ให้ชิดกันที่สุดโดยมองนอกกล้อง แล้วจึงมองเข้าไปในเลนส์ตา ปรับภาพ (Focus) โดยการหมุนปุ่มปรับภาพหยาบๆ ให้เลนส์วัตถุและแท่นวางวัตถุเลื่อนห่างออกจากกัน จนมองเห็นภาพ แล้วปรับโฟกัสภาพให้ชัดด้วยปุ่มปรับภาพละเอียด ปรับแสงให้ผ่านเลนส์รวมแสงมากน้อยตามความต้องการ โดยหรีไต่อะแฟรมให้แคบลงแสงจะผ่านได้น้อย หรือเปิดไต่อะแฟรมให้กว้างเพื่อให้แสงผ่านได้มากขึ้น

5. เมื่อปรับภาพได้ชัดเจนดีแล้ว ถ้าต้องการเพิ่มกำลังขยายก็สามารถหมุนเลนส์วัตถุกำลังขยายอันใหม่เข้าแทนที่อันเดิมได้พอดี แล้วปรับภาพเพียงเล็กน้อยด้วยปุ่มปรับภาพละเอียดเท่านั้น

**ข้อควรระวัง** ในการปรับภาพ คือ ต้องหมุนปุ่มปรับภาพหยาบเพื่อให้แท่นวางวัตถุและเลนส์วัตถุเคลื่อนที่ห่างออกจากกันอย่างช้าๆ เท่านั้น เมื่อเลเยระยะปรับภาพไปแล้วให้ตั้งต้นใหม่โดยตามองนอกกล้อง เพื่อเลื่อนให้เลนส์วัตถุและแท่นวางวัตถุอยู่ชิดกันที่สุดก่อนจึงปรับภาพ อย่าเผลอเลื่อนแท่นวางวัตถุเข้าหาเลนส์วัตถุโดยที่ตามองอยู่ในเลนส์ตา เมื่อใช้กล้องเสร็จแล้ว ต้องทำความสะอาดเลนส์วัตถุด้วยกระดาษเช็ดเลนส์



## เรื่องที่ 1 ระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน

\*ก่อนนักเรียนทำกิจกรรมให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องระบบนิเวศให้เข้าใจก่อน

**\*ตอนที่ 1 สำนัรวัระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน**

**\*จุดประสงค์**

1. ระบุชื่อของสิ่งมีชีวิตที่พบจากการสำรวัระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน
2. สรุปลัความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับแหล่งที่อยู่

**\*อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้**

1. แหล่งเรียนรู้บริเวณสวนหย่อมหน้าอาคาร 1 เรือนไทย และสนามฟุตบอล
2. ชุดกิจกรรม
3. แว่นขยาย
4. พลั่วตักดิน

**\*วิธีปฏิบัติกิจกรรม**

1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม เลือกลงสำรวัระบบนิเวศในโรงเรียน บริเวณสวนหย่อมหน้าอาคาร 1 เรือนไทย และสนามฟุตบอล โดยใช้แว่นขยายเป็นอุปกรณ์ช่วยในการสำรวัสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก และพลั่วตักดินเพื่อศึกษาสิ่งมีชีวิตในดิน หลังจากศึกษาแล้วกลบดินให้ยู่สภาวะเดิมเมื่อแล้วเสร็จ
2. สังเกตลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่พบและวาดภาพ พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับแหล่งที่อยู่
3. บันทึกผลการสำรวั อภิปรายและสรุปผลการสำรวั

**/แบบฝึกหัดก่อนทำกิจกรรม**

1. วัตถุประสงค์ของกิจกรรมคืออะไร.....  
.....
2. นักเรียนคาดคะเนจากการสำรวัจะพบสิ่งมีชีวิตใดบ้าง มีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันอย่างไร.....  
.....



**\*ตารางบันทึกผลการสำรวจระบบนิเวศ**

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนสำรวจสิ่งมีชีวิตในโรงเรียนสีกัน (วัฒนानันท์อุปถัมภ์) บริเวณสวนหย่อม หน้าอาคาร 1 เรือนไทย สนามฟุตบอล โดยเลือกสำรวจเพียง 1 แหล่งและบันทึกผลการสำรวจลงในตาราง

| บริเวณที่<br>สำรวจ | สิ่งมีชีวิตที่พบ | จำนวน | วาดภาพลักษณะ<br>ของสิ่งมีชีวิตที่พบ | ความสัมพันธ์ของ<br>สิ่งมีชีวิตที่พบกับแหล่งที่<br>อยู่ |
|--------------------|------------------|-------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|                    |                  |       |                                     |                                                        |

**\*สรุปผลการสำรวจ**

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปผลการสำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียนสีกัน (วัฒนานันท์อุปถัมภ์) เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับแหล่งที่อยู่

.....

.....

.....

เพื่อนๆสำรวจเสร็จแล้วอย่างลื้ม  
ทำแบบฝึกหัดนะครับ



### / แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

1. จากการสำรวจพบสิ่งมีชีวิตชนิดใดบ้าง มีปริมาณแตกต่างกันอย่างไร และจงยกตัวอย่างกลุ่มสิ่งมีชีวิต 1 ตัวอย่าง.....  
.....  
.....
2. ถ้าบริเวณที่สำรวจแตกต่างกันสิ่งมีชีวิตที่พบแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร.....  
.....  
.....
3. จากการสำรวจสิ่งมีชีวิตที่พบในแต่ละบริเวณมีความสัมพันธ์กับแหล่งที่อยู่หรือไม่อย่างไร.....  
.....  
.....

### \*ตอนที่ 2 บทบาทของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน

#### \*จุดประสงค์

1. บอกบทบาทหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตที่พบในระบบนิเวศได้
2. สรุปความสัมพันธ์ของบทบาทสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้

#### \*อุปกรณ์

1. แหล่งเรียนรู้บริเวณสวนหย่อมหน้าอาคาร 1 เรือนไทย สนามฟุตบอล
2. ชุดกิจกรรม

#### \*วิธีปฏิบัติกิจกรรม

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลการสำรวจระบบนิเวศในโรงเรียนจากตอนที่ 1 วิเคราะห์บทบาทหน้าที่ของสิ่งมีชีวิต
2. บันทึกผลการวิเคราะห์ลงในตาราง อภิปรายและเติมข้อมูลในไดอะแกรมให้สมบูรณ์และสรุปผลการวิเคราะห์
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสำรวจ และผลการวิเคราะห์บทบาทของสิ่งมีชีวิตหน้าชั้นเรียน

/แบบฝึกหัดก่อนทำกิจกรรม

1.วัตถุประสงค์ของกิจกรรมคืออะไร.....

.....

2. นักเรียนคาดคะเนในระบบนิเวศจะมีสิ่งมีชีวิตชนิดใดมากที่สุด.....

.....

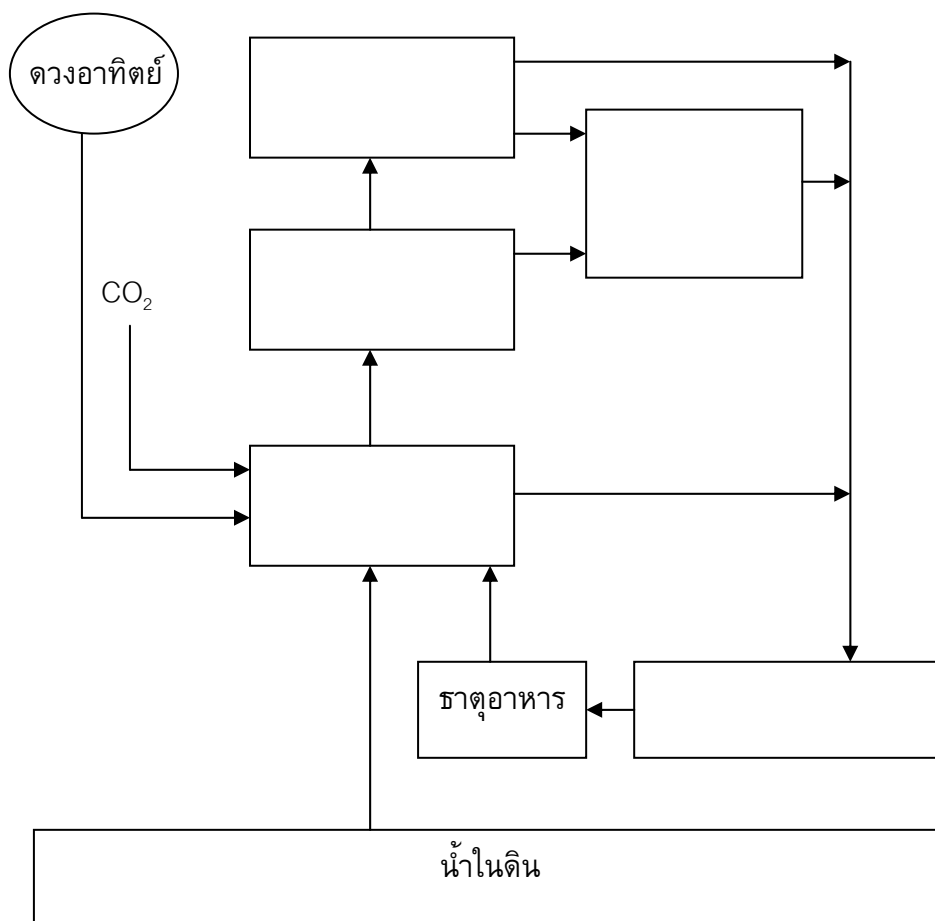
**\*ตารางบันทึกผลการวิเคราะห์ระบบนิเวศ**

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนวิเคราะห์บทบาทของสิ่งมีชีวิตในโรงเรียนสีกัน (วัฒนานันท์อุปถัมภ์)

บริเวณสวนหย่อมหน้าอาคาร 1 เรือนไทย สนามฟุตบอล โดยเลือกวิเคราะห์เพียง 1 แหล่งและบันทึกผลการวิเคราะห์ลงในตาราง

| บริเวณที่<br>สำรวจ | บทบาทของสิ่งมีชีวิต |                 |                   |                         |                 |                 |
|--------------------|---------------------|-----------------|-------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|
|                    | ผู้ผลิต             | ผู้บริโภค       |                   |                         |                 | ผู้ย่อย<br>สลาย |
|                    |                     | สัตว์<br>กินพืช | สัตว์กิน<br>สัตว์ | สัตว์กินพืช<br>กินสัตว์ | สัตว์<br>กินซาก |                 |
|                    |                     |                 |                   |                         |                 |                 |

**คำชี้แจง :** นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลการวิเคราะห์ และเขียนความสัมพันธ์ของ  
บทบาทสิ่งมีชีวิตที่ทำให้ระบบนิเวศสมดุล



ความสัมพันธ์ระหว่างลำดับขั้นของอาหารในระบบนิเวศ

ที่มา : เกษม จันทรแก้ว.2544.57.

### \*สรุปผลการวิเคราะห์

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปผลการวิเคราะห์สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศบริเวณโรงเรียน  
สีกัน (วัฒนานันท์อุปถัมภ์) เกี่ยวกับความสัมพันธ์บทบาทหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์  
ของการถ่ายทอดพลังงานในเชิงอาหาร

.....

.....

.....

เก่งจริง ๆ อย่าลืมทำแบบฝึกหัด  
ต่อหน้าต่อไปนะครับ

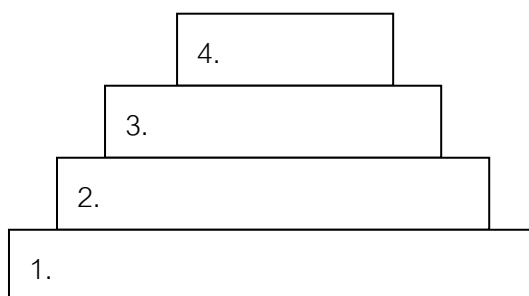


## / แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

1. จากการวิเคราะห์ใช้เกณฑ์อะไร ถ้าโลกนี้ไม่มีดวงอาทิตย์เกิดผลกระทบอย่างไร.....

.....

2. จากการสำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน จงเขียนระดับชั้นอาหาร



ระดับชั้นอาหาร

3. จากการสำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน จงเขียนความสัมพันธ์ของบทบาทสิ่งมีชีวิตที่ทำให้ระบบนิเวศสมดุล

## เรื่องที่ 2 สิ่งมีชีวิตในน้ำ

\* ก่อนนักเรียนทำกิจกรรมให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องระบบนิเวศให้เข้าใจก่อน

### \* จุดประสงค์

นักเรียนสามารถระบุชื่อและลักษณะของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ 3 แหล่ง คือ คลองหน้าโรงเรียน น้ำตกจำลอง และกระถางบัวได้

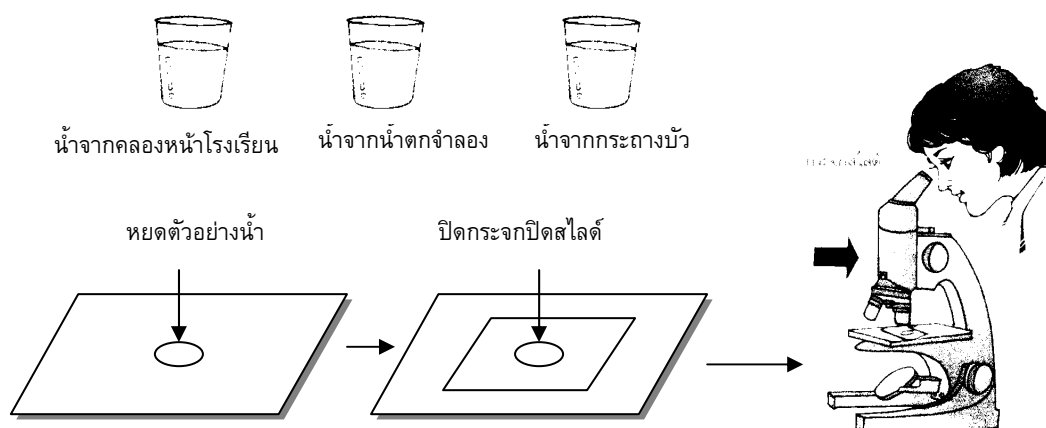


### \* อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

1. แหล่งเรียนรู้
2. ชุดกิจกรรม
3. กล้องจุลทรรศน์
4. ขวดพลาสติกใส
5. กระจกสไลด์
6. กระจกปิดสไลด์
7. หลอดหยด
8. กระดาษชำระ

### \* วิธีปฏิบัติกิจกรรม

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้ขวดพลาสติกใสตักน้ำจากแหล่งเรียนรู้ คลองหน้าโรงเรียน น้ำตกและ กระถางบัว ประมาณครึ่งขวด เลือกเพียงกลุ่มละ 1 แหล่ง
2. หยดน้ำลงบริเวณตรงกลางของกระจกสไลด์จำนวน 1-2 หยด ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ ซับน้ำบนกระจกสไลด์ให้แห้งแล้ววางบนแท่นวางสไลด์
3. สังเกตลักษณะของสิ่งมีชีวิตจากกล้องจุลทรรศน์ ระบุชื่อสิ่งมีชีวิตที่พบโดยเปรียบเทียบจากภาพสิ่งมีชีวิต ในแหล่งน้ำจืดที่อยู่ในใบความรู้ พร้อมทั้งวาดภาพลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่พบ บอกกำลังขยายที่ใช้ดูภาพ ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอลักษณะสิ่งมีชีวิตที่พบจากการสังเกตจากกล้องจุลทรรศน์หน้าชั้น



## ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับช่วงชั้นที่ 3

ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน



จัดทำโดย

นางสาวอรอนงค์ ฟ้าคนอง

นิสิตปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



## ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน

### คำชี้แจง

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน มีทั้งหมด 4 เรื่อง แต่ละเรื่องประกอบด้วยกิจกรรม ดังนี้
  - เรื่องที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพในบริเวณโรงเรียน
    - ตอนที่ 1 : สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพบริเวณโรงเรียน
    - ตอนที่ 2 : สิ่งแวดล้อมทางกายภาพบริเวณคลองหน้าโรงเรียน
  - เรื่องที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต
  - เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต
  - เรื่องที่ 4 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน
2. การเรียนโดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์นักเรียนควรศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ เนื้อหาในใบความรู้และวิธีทำกิจกรรมแต่ละเรื่องให้เข้าใจ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและปฏิบัติกิจกรรม
3. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละเรื่องทำการบันทึกผลกิจกรรม ช่วยกันตอบคำถามในแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรมและรวบรวมส่งอาจารย์ผู้สอน
4. ขณะที่นักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรม หากมีปัญหาไม่เข้าใจสามารถปรึกษาซักถามอาจารย์ผู้สอนได้

## ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน

### จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบ เรื่อง สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนแล้ว นักเรียนสามารถ

1. สามารถอธิบายความหมายของสิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพได้
2. สามารถจำแนกสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพได้
3. เข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกันได้
4. เข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต
5. เข้าใจสภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมและวิธีการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นได้

### เวลาที่ใช้

8 คาบ ( 480 นาที )

เรื่องที่ 1 : สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ และชีวภาพในบริเวณโรงเรียน ( 2 คาบ)

ตอนที่ 1 : สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 2 : สิ่งแวดล้อมทางกายภาพบริเวณคลองหน้าโรงเรียน

เรื่องที่ 2 : ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต ( 2 คาบ)

เรื่องที่ 3 : ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต ( 2 คาบ)

เรื่องที่ 4 : การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน ( 2 คาบ)

## ใบความรู้ เรื่อง สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน

### สิ่งแวดล้อม

สิ่งแวดล้อม ( Environment ) หมายถึง สิ่งต่างๆ ทั้งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นอยู่รอบๆ ตัวเรา ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้มีโอกาสเปลี่ยนแปลงทั้งด้านปริมาณและคุณลักษณะในระดับชั่วคราวหรือถาวรก็ได้แต่จะอยู่ในภาวะใดก็ตามต่างมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องระหว่างกัน และกับมนุษย์อยู่ตลอดเวลา

### ประเภทของสิ่งแวดล้อม

การแบ่งกลุ่มสิ่งแวดล้อม ( Environment ) ตามลักษณะของการดำรงชีวิตแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มดังนี้

1. สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ ( Biological environment ) คือ สิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต เช่น ต้นไม้และสัตว์ มีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ คือ ในด้านปัจจัยสี่และยังมีบทบาทที่สำคัญในการควบคุมระบบสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นตัวฟื้นฟูความเสื่อมโทรมของระบบสิ่งแวดล้อมอีกด้วย
2. สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ( Physical environment ) ได้แก่ สิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต บางครั้งเรียกว่า “ สิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต ” เช่น ดิน น้ำ แร่ อากาศ ภูมิประเทศ ความชื้น สะท้อน เสียง ความร้อน ฯลฯ

### ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต

ปัจจัยทางชีวภาพ ( Biological environment ) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตทั้งชนิดและจำนวน การแพร่พันธุ์และการกระจายในธรรมชาติ แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ ผู้ผลิต (Producer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสง ได้แก่ พืชต่างๆ

ผู้บริโภค (Consumer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ ผู้บริโภคแบ่งตามอาหารที่บริโภคได้ 4 ประเภท ผู้บริโภคพืช (Herbivore) ผู้บริโภคสัตว์ (Carnivore) ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ (Omnivore) ผู้บริโภคซากพืช ซากสัตว์ (Scavenger) ได้แก่ สัตว์ต่างๆ เช่น ไล่เตียน แร้ง

ผู้ย่อยสลาย (Decomposer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้โดยการส่งน้ำย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ ซึ่งเปลี่ยนอินทรีย์สารให้เป็นอนินทรีย์สาร ผู้ย่อยสลาย ได้แก่ เห็ด รา แบคทีเรีย เป็นต้น

ปัจจัยทางกายภาพ ( Physical environment ) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต ทั้งชนิดและจำนวน การแพร่พันธุ์และการกระจายในธรรมชาติ เช่น แสงสว่าง อุณหภูมิ ความชื้นหรือน้ำ ดิน สภาพของสิ่งแวดล้อมที่ไร่วิถีนี้ แต่ละชนิดมีความสำคัญไม่เท่ากัน บางชนิดอาจจะสำคัญกว่าชนิดอื่น ถ้าชนิดใดจำเป็นมากขาดเสียไม่ได้ถือว่าเป็นปัจจัยจำกัด ( Limiting factor ) ของสิ่งมีชีวิตนั้น

ปัจจัยเดียวกันในที่แห่งหนึ่งอาจเป็นปัจจัยจำกัดของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง แต่ปัจจัยอันเดียวกันนี้ในอีกแหล่งหนึ่งอาจไม่ใช่ปัจจัยจำกัด เช่นออกซิเจนในบ่อน้ำที่เริ่มเน่าเป็นปัจจัยจำกัดของสิ่งมีชีวิตในบ่อนั้น แต่ในขณะที่เดียวกันออกซิเจนในลำธารน้ำตกกลับไม่เป็นปัจจัยจำกัดของสิ่งมีชีวิตใน ลำธารนั้นเลย เนื่องด้วยมีปริมาณออกซิเจนเหลือเฟือ

1. อากาศ มีก๊าซที่สัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะก๊าซออกซิเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิต ก๊าซทั้งสองชนิดนี้มีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรโดยการกระทำของพืช สัตว์และสิ่งมีชีวิตอื่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ออกมาจากลมหายใจของสัตว์ รวมทั้งที่เกิดจากการเผาไหม้และอื่นๆ จะถูกพืชนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและผลิตก๊าซออกซิเจนที่จำเป็นในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตโดยทั่วไป

1.1 ก๊าซออกซิเจนในบรรยากาศทั่วๆ ไปมีประมาณ 21 เปอร์เซ็นต์ หรือประมาณ 210 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อลิตร แต่ในน้ำจืดมีก๊าซออกซิเจนละลายอยู่ประมาณ 5-10 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อลิตร การละลายของก๊าซออกซิเจนในน้ำขึ้นอยู่กัอุณหภูมิ ความดันบรรยากาศและความเค็ม ( Salinity )

ในบ่อน้ำกร่อยและน้ำเค็ม ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำขึ้นกับความเค็มของแหล่งน้ำนั้นๆ ยิ่งน้ำมีความเค็มมากขึ้นปริมาณก๊าซออกซิเจนยิ่งลดลง ดังนั้นก๊าซออกซิเจนจึงเป็นปัจจัยจำกัดของสัตว์น้ำ การขาดก๊าซออกซิเจนในดินและแหล่งน้ำ เป็นผลให้จุลินทรีย์ในบริเวณนั้นย่อยสลายอินทรีย์วัตถุแบบไม่ใช้ก๊าซออกซิเจน ( Anaerobic respiration ) ทำให้เกิดก๊าซพิษ เช่น ก๊าซมีเทน (  $\text{CH}_4$  ) และก๊าซไข่เน่า (  $\text{H}_2\text{S}$  )

1.2 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมีอยู่เพียง 0.03 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายน้ำได้ดี อาจอยู่ในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อิสระหรืออยู่ในรูปคาร์บอเนตไอออน ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวปรับความเป็นกรด - เบส ให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช พืชจะเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ให้เป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต พร้อมกับปล่อยก๊าซออกซิเจนสู่บรรยากาศ แต่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้การลำเลียงก๊าซออกซิเจนโดยฮีโมโกลบินหรือฮีโมไซยานินของสัตว์ลดลง เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปแย่งจับกับฮีโมโกลบิน หรือฮีโมไซยานิน แทนก๊าซออกซิเจน

## 2. อุณหภูมิ ( Temperature )

### 2.1 อุณหภูมิสูงการละลายของออกซิเจนในน้ำ ( Dissolved oxygen - DO. )

จะน้อยซึ่งมีผลทำให้น้ำเสีย

2.2 สัตว์และพืชแต่ละชนิดย่อมมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมเฉพาะตัวเอง เนื่องจากอุณหภูมิสามารถทำให้สภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลงได้ เช่น มีผลทำให้พืชเจริญงอกดอกออกผล นอกจากนี้อุณหภูมิทำให้สิ่งมีชีวิตต้องปรับตัว เพื่อทนต่ออุณหภูมิหรือให้อยู่รอด มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา คือ การจำศีลทั้งในฤดูหนาว หรือจำศีลในฤดูร้อน ทำให้เกิดการอพยพเพื่อหนีหนาว เช่น นกนางแอ่นจากจีนมาไทย นกปากห่างที่วัดไผ่ล้อมมาจากอินเดีย พม่า บังคลาเทศ การควบคุมเพศในพวกไรน้ำบางชนิด เมื่ออุณหภูมิเหมาะสมไข่ที่ไม่ถูกผสมกับเชื้อตัวผู้จะฟักออกมาเป็นตัวเมียทั้งหมด แต่เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงมาก เช่น ร้อนจัด หรือหนาวจัดไรน้ำจะออกไข่สองขนาด คือ ไข่ขนาดใหญ่ที่ฟักออกมาเป็นตัวเมีย ส่วนไข่ขนาดเล็กจะฟักออกมาเป็นตัวผู้ทั้งหมด

3. แสงสว่าง (Light ) เป็นปัจจัยในการดำรงชีวิตทั้งพืชและสัตว์ พืชที่มีสีเขียวจะใช้แสงในกระบวนการสังเคราะห์ เพื่อสร้างอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำเพื่อใช้ในการดำรงชีวิตของพืชเองและเป็นอาหารสำหรับสัตว์ที่กินพืชต่อไป และพฤติกรรมการเบนเข้าหาแสงของพืช พฤติกรรมของสัตว์ เช่น ลูกกิ้งก่ายอ่อนมักจะเข้าหาแสง นกเค้าแมวจะหลบซ่อนในเวลากลางวันแล้วออกมาหากินเวลากลางคืน

4. ดิน ( Soil ) เป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตทั้งมนุษย์ และเป็นตัวกลางที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของสารต่างๆเป็นวัฏจักร เช่น เป็นแหล่งอาหารและให้การค้ำจุนของพืช เป็นปัจจัย 4 ของมนุษย์ คือ อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค

5. น้ำ (Water) น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีวิตของทั้งพืชและสัตว์เช่น ใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคในชีวิตประจำวันการผลิตภาคเกษตรกรรม การผลิตภาคอุตสาหกรรม การผลิตพลังงานไฟฟ้า นอกจากนั้นน้ำยังทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายและทำหน้าที่เคลื่อนย้ายธาตุต่างๆทั้งในระบบนิเวศและภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิตแต่การศึกษานิเวศวิทยา น้ำที่เกี่ยวข้อง คือ น้ำฝน ความชื้นในดิน การระเหยของน้ำในดิน การคายน้ำของพืช น้ำนอกจากเป็นปัจจัยจำกัดของสังคมพืชแล้ว ยังเป็นปัจจัยจำกัดทั้งชนิด และปริมาณของสิ่งมีชีวิตอีกด้วย



ภาพประกอบที่ 2-1 ดินและน้ำเป็นสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ

6. ความเป็นกรด – เบส (pH) ความสนใจเรื่องความเป็นกรด-เบส เริ่มจากนักสรีรวิทยาพบว่า pH มีความสำคัญต่อระบบหายใจ รวมทั้งการทำงานของเอนไซม์ภายในร่างกาย สำหรับพืชหลายชนิดมีความต้องการสภาพ pH ที่แตกต่างกันออกไป เช่นเดียวกับช่วงความทนทานของปลาน้ำจืดต้องการอยู่ในสภาพ pH ที่เหมาะสม แต่ส่วนใหญ่แล้วมักมีช่วงระหว่างกลางของความเป็นกรดกับเบส หรืออยู่ในช่วง pH เป็นกลางแต่ก็มีสิ่งมีชีวิตอีกหลายชนิดที่ดำรงชีวิตอยู่ในสภาวะที่เป็นกรดมากๆ ได้ เช่น ยูกลีนาสามารถอยู่ในน้ำที่มี pH 1.8 แบคทีเรียและราน้ำบางชนิดสามารถอยู่ได้ที่ pH 1.4

7. ไฟ ปาเบญจพรรณ ปาสนเข้า ปาโปร่ง พุงหญ้า มักมีไฟเป็นปัจจัยจำกัดอีกปัจจัยหนึ่งในธรรมชาติไฟจะเป็นตัวควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เช่น พุงหญ้าเมื่อถูกไฟเผาหญ้ารุ่นใหม่จะระบัดใบขึ้นมา ไฟยังเป็นตัวควบคุมปริมาณการงอกของเมล็ด แต่ในประเทศไทยไฟป่าที่เกิด มักมาจากน้ำมือของมนุษย์ทั้งโดยเจตนา และความประมาทซึ่งนอกจากเป็นการทำลายพืชคลุมดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินแล้ว ยังทำให้พื้นที่ป่าไม้ลดลงด้วย

#### ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ระบบนิเวศประกอบด้วยสองส่วนใหญ่ๆ คือ กลุ่มสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไร้ชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกัน

สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่มีการอยู่รวมฝูงหรืออยู่กันเป็นจำนวนมาก สิ่งมีชีวิตเหล่านั้นจะได้ประโยชน์ต่างๆ ดังนี้

1. การหาอาหาร เช่น ช่วยกันจับเหยื่อ ดังตัวอย่างของหมาป่าทั้งฝูงหรืออยู่กันเป็นจำนวนมาก สิ่งมีชีวิตเหล่านั้นจะได้ประโยชน์ต่างๆ ดังนี้
2. ช่วยป้องกันภัย เช่น ฝูงมัลลายรวมตัวกันเป็นวง ทำให้สิงโตเข้าจับมัลลายตัวใดตัวหนึ่งได้ยาก ฝูงปลาชนิดเดียวกันที่อยู่ในทะเล ทำให้ปลาใหญ่ไม่สามารถเข้าโจมตีได้ง่าย ต้นไม้ที่อยู่กันเป็นกลุ่มหรือเป็นกอ จะต้านแรงลมได้ดีกว่าอยู่ต้นเดียว
3. การสืบพันธุ์ สัตว์บางชนิดมีการรวมฝูงเพื่อหาคู่ผสมพันธุ์ เช่น ช้างตัวผู้ปกติจะแยกฝูงออกไปหากินตัวเดียวเมื่อถึงเวลาผสมพันธุ์จึงเข้าโขลง
4. แบ่งแยกหน้าที่กัน แมลงสังคม ( Social insects ) เช่น ปลวก ผึ้ง ในรังผึ้งแต่ละรังมีการแบ่งแยกวรรณะออกเป็น 3 วรรณะ คือ ผึ้งงาน ผึ้งนางพญา และผึ้งตัวผู้

#### ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน

ในระบบนิเวศ สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งมักมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่นทั้งในทางที่เป็นประโยชน์หรือเสียประโยชน์ซึ่งกันและกัน ความสัมพันธ์เหล่านั้นแยกออกได้หลายแบบคือ

1. ภาวะที่ต้องพึ่งพา ( Mutualism ใช้สัญลักษณ์ ++ ) หมายถึง ความสัมพันธ์ที่สิ่งมีชีวิตทั้งคู่ต่างได้รับประโยชน์ซึ่งกันและกันและสิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดที่อยู่ร่วมกันนี้แยกออกจากกันไม่ได้ หากแยกกันฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดหรือทั้งสองฝ่ายอาจจะตาย ตัวอย่างของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ได้แก่

ไลเคน ( Lichen ) สิ่งมีชีวิตที่เป็นไลเคนซึ่งเห็นอยู่ตามก้อนหิน เปลือกต้นไม้ ประกอบด้วยยราและสาหร่ายที่อยู่ร่วมกันจนแยกจากกันไม่ได้ สาหร่ายที่พบในไลเคนมักเป็นสาหร่ายสีเขียว ไลเคนเป็นตัวอย่างของการอยู่ร่วมกันแบบต่างฝ่ายต่างได้ประโยชน์เนื่องจากสาหร่ายสร้างอาหารให้แก่รา โดยการสังเคราะห์ด้วยแสง ในขณะที่ราให้น้ำ เกลือแร่ ความชื้น และร่มเงาแก่สาหร่าย



ไลเคนบางชนิดมีรูปร่างคล้ายสะเก็ดเป็นแผ่นหนาบ้าง บางบ้าง อยู่ตามเปลือกต้นไม้ใหญ่ ตามหิน ตามดิน ไลเคนบางชนิดขึ้นอยู่ตามกิ่งไม้ ห้อยลงมาเป็นเส้นฝอย สีเขียวเรื่อๆ เรียกว่า ฝอยลม

ภาพประกอบที่ 2-2 ไลเคนที่มีลักษณะเป็นแผ่น



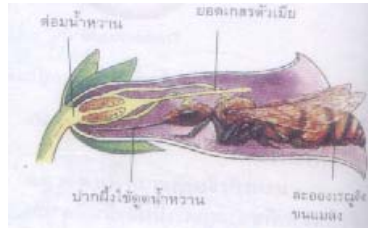
ปลวกกับโปรโตซัวในลำไส้ปลวกปลวกที่กัดกินไม้ แต่ย่อยไม้หรือเซลลูโลส ที่กินเข้าไปไม่ได้ต้องอาศัยโปรโตซัวชื่อ ไทรโคนิมฟา ( *Trichonympha* sp. ) ที่อยู่ในลำไส้ช่วยย่อยให้เป็นน้ำตาล ดังนั้นเซลลูโลสที่ปลวกกินเข้าไปจึงนำไปใช้เป็นอาหารของปลวกและโปรโตซัวได้

ภาพประกอบที่ 2-3 ปลวก

แบคทีเรียกับรากพืชตระกูลถั่ว ในรากพืชตระกูลถั่วมีปมเป็นที่อาศัยของแบคทีเรีย ชื่อไรโซเบียม ( *Rhizobium* sp. ) แบคทีเรียในปมราก มีรูปร่างต่างๆกันเรียกแบคทีเรียเหล่านี้ว่า “ แบคทีเรียรอยด์ ” ( Bacteroid ) แบคทีเรียชนิดนี้จับไนโตรเจนจากอากาศเปลี่ยนให้เป็นสารประกอบไนโตรเจนที่พืชนำไปใช้ได้ กระบวนการนี้เรียกว่าการตรึงไนโตรเจน ส่วนแบคทีเรียชนิดนี้เรียกว่าแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน ขณะเดียวกันแบคทีเรียจะได้อาหารจากเซลล์รากพืชตอบแทน

2. ภาวะการได้ประโยชน์ร่วมกัน ( Protocooperation ใช้สัญลักษณ์ ++ ) หมายถึงความสัมพันธ์ที่สิ่งมีชีวิตสองชนิดต่างได้ประโยชน์ร่วมกัน การอยู่ร่วมกันแบบนี้ต่างจากสิ่งมีชีวิตกลุ่มที่แล้ว คือสิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดนี้แยกกันอยู่ได้ ตัวอย่างเช่น

ดอกไม้กับแมลง ดอกไม้มีน้ำหวานไว้ล่อแมลง เมื่อแมลงบินเข้าไปกินน้ำหวาน ขนที่ขาและส่วนอื่นๆ ของแมลงจะติดละอองเรณูของดอกไม้ออกมา และนำไปผสมกับเกสรตัวเมียของดอกอื่น เมื่อมันไปกินน้ำหวานอีก แมลงได้อาหารจากดอกไม้ และแมลงช่วยผสมเกสรให้ดอกไม้



ภาพประกอบที่ 2-4 ผีเสื้อเข้าไปในดอกไม้เพื่อเก็บน้ำหวานมีละอองเรณูติดเข้าไปผสมเกสร<sup>H</sup>



มดกับเพลี้ย เพลี้ย ( *Aphid* ) เป็นแมลงขนาดเล็กมีปากเจาะ ยอดอ่อนของต้นไม้แล้วแทงปากไปจนถึงท่อลำเลียงอาหารของพืช จากนั้นก็ดูดอาหารหรือน้ำเลี้ยงจากพืชส่วนมดจะพาเพลี้ยไปวางไข่ตามยอดอ่อนของต้นไม้ และได้น้ำเลี้ยงจากเพลี้ยเป็นอาหารคล้ายเรณูเลี้ยงวันมดทั้งรีดนมวัวและพาตัวไปกินหญ้า เพลี้ยนอกจากดูดน้ำเลี้ยงจากต้นไม้แล้วยังเป็นตัวแพร่โรคพืชอีกด้วย

ภาพประกอบที่ 2-5 มดรีดน้ำหวานจากเพลี้ย<sup>H</sup>



นกเอี้ยง ( หรือนกยาง ) กับควาย การอยู่ด้วยกันของสัตว์ทั้งสองชนิดนี้ นกเอี้ยงจะกินเห็บ หรือแมลงต่างๆ ที่มาดูดกินเลือดควายในขณะเดียวกัน ควายก็จะได้นกทำหน้าที่เป็นยามรักษาความปลอดภัยเมื่อมีคนหรือสัตว์เข้ามาใกล้กับนกเอี้ยงจะส่งเสียงร้องพร้อมกับบินหนี

ภาพประกอบที่ 2-6 นกยางกับควาย<sup>H</sup>



ดอกไม้ทะเลกับปูเสฉวน ดอกไม้ทะเล (Sea anemone) ใช้เปลือกหอยที่ปูเสฉวนอยู่เป็นที่เกาะ ดังนั้นเวลาปูเสฉวนเดินไปไหน ดอกไม้ทะเลก็จะโดยสารไปด้วย ทำให้ดอกไม้ทะเลได้ย้ายที่หาอาหาร เวลาปูเสฉวนกินอาหารเมื่อมีเศษเหลือดอกไม้ทะเลจะได้อาหารด้วย ส่วนดอกไม้ทะเลเป็นที่พรางตัวไม่ให้ศัตรูเห็นปูเสฉวน

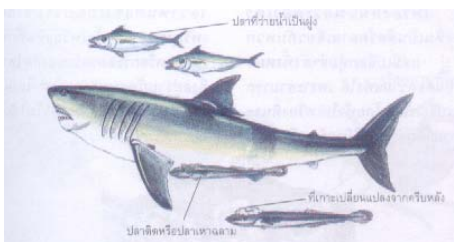
ประกอบที่ 2-7 ส่วนประกอบของปูเสฉวนทั้งตัวกับดอกไม้ทะเลที่อาศัยอยู่บนปูเสฉวน<sup>H</sup>

ที่มา : ปรีชา สุวรรณพินิจกับนางลักษณ์ สุวรรณพินิจ.2544.30-34.



3. ภาวะอิงอาศัย หรือ ภาวะเกื้อกูล (Commensalism) ใช้สัญลักษณ์  $+0$  ) เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตสองชนิดที่ชนิดหนึ่งได้ประโยชน์ส่วนอีกชนิดไม่ได้หรือไม่เสียประโยชน์ เช่น พืชพวกกล้วยไม้หรือเถาวัลย์อาศัยเกาะต้นไม้ใหญ่ต้นไม้ใหญ่ไม่ได้หรือไม่เสียประโยชน์ ( แต่บางคนบอกว่าทำให้ต้นไม้ใหญ่ไม่โตหรือบังแสงต้นไม้ใหญ่) ต้นกล้วยไม้และเถาวัลย์ที่เกาะอาศัยอยู่บนต้นไม้ใหญ่ เรียกว่า พืชเอพิไฟต์ (Epiphyte) หมายถึงพืชที่อาศัยเกาะอยู่บนต้นไม้ใหญ่เฉพาะที่เปลือกของลำต้นมิได้แทงรากเข้าไปในลำต้นและได้รับความชื้นและแร่ธาตุบางอย่างจากต้นไม้ใหญ่นอกจากกล้วยไม้และเถาวัลย์แล้วยังมีพวกเฟินหลายชนิดรวมทั้ง กระเช้าสีดา ชายผ้าสีดา พืชต่าง

ปลาใหญ่กับปลาเหาฉลามหรือปลาติด เหาฉลามหรือปลาติดอาศัยเกาะปลาใหญ่ได้โดยที่บริเวณด้านบนของหัวมีอวัยวะดูดติด ( Sucker ) ไว้ยึดเกาะกับปลาใหญ่ ปลาติดได้ประโยชน์จากการโดยสารไปกับปลาใหญ่แล้วยังได้เศษอาหารที่เหลือกินจากปลาใหญ่อีกด้วย ส่วนปลาใหญ่ไม่ได้และไม่เสียประโยชน์



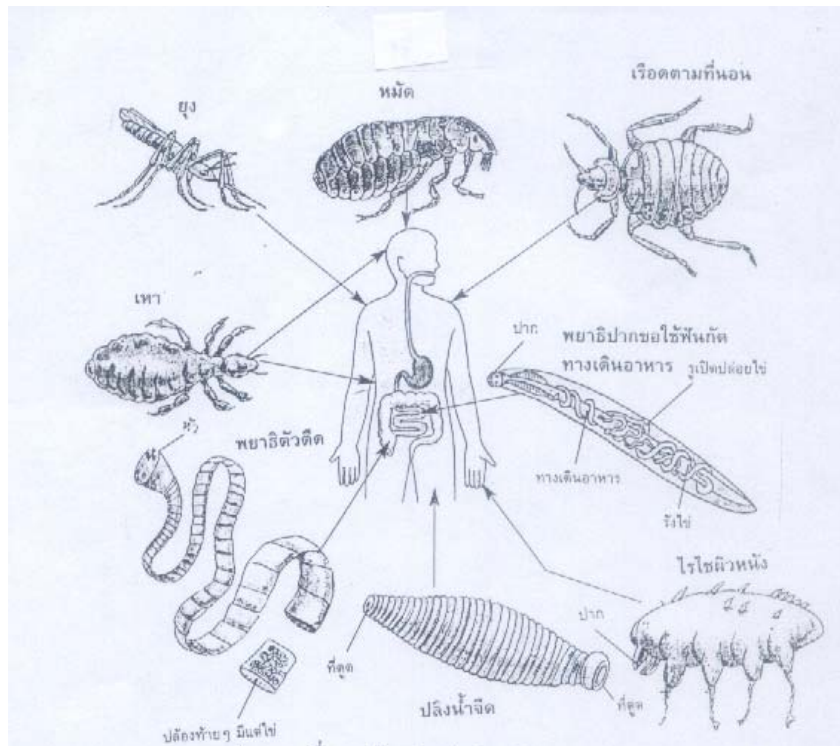
ภาพประกอบที่ 2-8 ชายผ้าสีดาบนต้นไม้ใหญ่ และปลาเหาฉลามที่เกาะติดกับปลาใหญ่

ที่มา : ปรีชา สุวรรณพินิจกับนางลักษณ์ สุวรรณพินิจ.2544.

เพรียงหินบนกระดองเต่า โดยทั่วไปเพรียงหินจะเกาะตามวัตถุต่างๆที่มีผิวแข็งเพรียงหินที่เกาะกับเปลือกหรือกระดองแข็งของสัตว์พวกเต่าจึงอยู่ร่วมกันแบบอิงอาศัย โดยเพรียงหินได้ประโยชน์ แต่เต่าไม่ได้ไม่เสียประโยชน์

4. ภาวะปรสิต ( Parasitism ใช้สัญลักษณ์  $+ -$  ) เป็นการอยู่ร่วมกันในลักษณะเบียดเบียนกัน ฝ่ายที่เบียดเบียนได้ประโยชน์ เรียกว่าตัวเบียน หรือตัวปรสิต ( Parasite ) ฝ่ายที่เสียประโยชน์ เรียกว่า ผู้ถูกอาศัย ( Host ) ปรสิตในพืชได้แก่ กาฝาก ฝอยทอง พืชเหล่านี้ไม่เหมือนกล้วยไม้เพราะจะใช้รากเจาะเข้าไปในลำต้นของผู้ถูกอาศัยแล้วรากจะดูดน้ำเลี้ยงจากท่อลำเลียง คล้ายเพลี้ยที่กล้ำมาแล้ว

ปรสิตในคนและสัตว์มีทั้งปรสิตภายนอกและปรสิตภายใน ตัวอย่างปรสิตภายนอก เช่น ยุง หมัด เห็บ เหา ปลิงน้ำจืด อาศัยบนร่างกายของคนและสัตว์ ส่วนปรสิตภายใน ได้แก่ พยาธิชนิดต่างๆ ในลำไส้และอวัยวะของร่างกายปรสิตบางชนิดนอกจากจะเบียดเบียนผู้ถูกอาศัยแล้วยังทำให้ผู้ถูกอาศัยเป็นโรคอีกด้วย เช่น ยุงก้นปล่องทำให้เกิดโรคมาลาเรีย ยุงลายทำให้เกิดโรคไข้เลือดออก



ภาพประกอบที่ 2-9 ตัวอย่างปรสิตรชนิดต่างๆของคน

ที่มา : ปรีชา สุวรรณปิณฑักับนางลักษณ์ สุวรรณปิณฑัก.2544.37.

5. การล่าเหยื่อ ( Predation ใช้สัญลักษณ์ + - ) สัตว์สองชนิดมีความสัมพันธ์กันโดยมีผู้ล่า (Predator) กับ ผู้ถูกล่า หรือเหยื่อ ( Prey ) ลักษณะเด่นของผู้ล่าหรือสัตว์กินเนื้อ เช่น เสือ สิงโตจะมีเล็บและเขี้ยวที่แหลมคม ซ่อนตัวได้เก่งจนถูกใจ ผู้ถูกล่าส่วนใหญ่เป็นสัตว์กินพืช เช่น วัว ควาย แกะ กวาง หมู กระต่าย แม้จะมีอาวุธป้องกันตัวแต่มักใช้ป้องกันตัวจากผู้ล่าไม่ได้

6. การแข่งขัน (Competition สัญลักษณ - - ) เป็นความสัมพันธ์ที่สิ่งมีชีวิต 2 ชนิด อาจเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน ต่างเสียประโยชน์ทั้งคู่ ตัวอย่างเช่น เมล็ดพืชที่ออกทุกต้นพยายามชูลำต้นให้สูงเพื่อรับแสงสว่าง ลูกนกแย่งอาหารกันเมื่อแม่ขนำอาหารมาป้อน ปลาในบ่อเลี้ยงแย่งอาหารกันเมื่อเจ้าของนำอาหารมาเลี้ยง

7. ภาวะการย่อยสลาย ( Saprophytism ใช้สัญลักษณ์ +0 )เป็นการดำรงชีวิตของ เห็ด รา แบคทีเรีย ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถเปลี่ยนสารอินทรีย์ ให้เป็นสารอนินทรีย์โดยการปล่อย เอนไซม์ออกนอกเซลล์ไปย่อยสารอินทรีย์ในซากสิ่งมีชีวิต หลังจากย่อยเสร็จแล้วจึงดูดซึม สารอาหารเข้าเซลล์ ส่วนสารอนินทรีย์ที่ได้จากการย่อยสลาย พืชนำไปสร้างเนื้อเยื่อพืชจึงนับว่า สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้ทำหน้าที่เปลี่ยนสารอินทรีย์ให้กลับเป็นสารอนินทรีย์เพื่อเข้าสู่วัฏจักรการ ถ่ายทอดสารต่อไปสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้เรียกว่า ผู้ย่อยสารอินทรีย์ ( Decomposer )



ภาพประกอบที่ 2-10 เห็ดซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลาย

8. ภาวะการหลั่งสารห้ามการเจริญ ( Antibiosis ใช้สัญลักษณ์ 0 - ) เป็นความสัมพันธ์ที่สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง สร้างสารออกมายับยั้งหรือห้ามการเจริญของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง ฝ่ายที่สร้างสารไม่ได้หรือไม่เสียประโยชน์ใดๆ ตัวอย่างเช่น ราเพนิซิลเลียม ( *Penicillium* ) สร้างสารออกมายับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย สารที่ราหลั่งออกมาเรียกว่าสารปฏิชีวนะ ( Antibiotics ) ส่วนราเองยังมีชีวิตอยู่เป็นปกติ

9. ภาวะกระทบกระเทือน ( Amensalism ใช้สัญลักษณ์ 0 - ) กรณีนี้คล้ายกับภาวะการหลั่งสารห้ามการเจริญคือมีฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์อีกฝ่ายไม่ได้หรือไม่เสียประโยชน์ แต่ไม่มีการหลั่งสารใดๆ ออกมา ตัวอย่างเช่น ต้นไม้ใหญ่จะมีร่มเงาทำให้ต้นไม้เล็กที่อยู่ใกล้ๆ ได้รับแสงไม่เพียงพอทำให้ตายได้

10. ภาวะที่เป็นกลาง ( Neutralism ใช้สัญลักษณ์ 00 ) หมายถึง สิ่งมีชีวิตสองชนิดที่อยู่ในบริเวณเดียวกันแต่ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย เช่น ในบ่อน้ำที่ผิวหน้าน้ำมีจิงโจ้น้ำ และกลางบ่อน้ำมีต้นบัว มีหอยคันตัวเล็ก ๆ อยู่ด้วย จิงโจ้น้ำไม่มีความสัมพันธ์กับทั้งบัวและหอยคัน

เนื่องจากการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตสองชนิด ส่วนใหญ่เป็นความสัมพันธ์แบบที่ได้ประโยชน์หรือเสียประโยชน์ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์บางท่านจึงจัดการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตสองชนิด ออกเป็นสองประเภทคือ ถ้าอยู่ร่วมกันโดยไม่มีฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดเสียประโยชน์เรียกว่าการอยู่ร่วมกันแบบนี้ว่า ซิมไบโอซิส ( Symbiosis )

#### การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

การอนุรักษ์ (Conservation) หมายถึง การใช้ทรัพยากรให้เป็นประโยชน์ต่อมหาชนมากที่สุดและเป็นเวลานานที่สุด โดยสูญเสียทรัพยากรโดยเปล่าประโยชน์น้อยที่สุด

#### วิธีการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมมีทั้งหมด 8 วิธีดังนี้

1. การใช้แบบยั่งยืน หมายถึง การมีใช้ตลอดเวลาที่มนุษย์ต้องการ ในทางการจัดการสิ่งแวดล้อมแล้ว การสร้างศักยภาพของสิ่งแวดล้อมให้สามารถใช้ได้ เช่น การกำหนดชนิดปริมาณ สัดส่วนและการกระจายการใช้ก็สามารถนำไปสู่ความสำเร็จได้ การใช้แบบยั่งยืนควรคำนึงถึงการสร้างศักยภาพของ สิ่งแวดล้อม และการควบคุมกิจกรรมมนุษย์ด้วย หมายถึง การควบคุมหลักการและวิธีการปฏิบัติในการใช้ การนำเครื่องมือและอุปกรณ์มาใช้อย่างรวมถึงการควบคุมเวลา

2. การเก็บกัก หมายถึง เก็บทรัพยากรหรือสิ่งแวดล้อมที่มีเหลือใช้ (Surplus) เอาไว้ใช้ในคราวจำเป็นหรือเมื่อมีภาวะขาดแคลน เช่น การเก็บน้ำในอ่างเก็บน้ำ การถนอมอาหาร การสร้างสวนพันธุ์ไม้ การเก็บเมล็ดพันธุ์ เป็นต้น

3. การรักษา ซ่อมแซม สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรต่างๆ มักมีปรากฏเสมอว่าสึกหรอเปลี่ยนแปลงหรือสูญหายไปจำเป็นต้องมีการรักษาหรือซ่อมแซม เพื่อให้สิ่งแวดล้อมนั้นอยู่ในสภาวะปกติ ทั้งโครงสร้างและการทำงาน หน้าที่ ของตนเองและระบบ

4. การฟื้นฟู (Rehabilitation) หมายถึง ทำให้สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมแล้ว ให้แปรสภาพเป็นปกติทั้งโครงสร้างและบทบาทซึ่งการดำเนินการนั้นอาจจะให้ธรรมชาติช่วยธรรมชาติ (การให้ฟื้นฟูด้วยตนเองหรือการใช้เทคโนโลยีช่วยให้เกิดการฟื้นฟู เช่น ป่าไม้เสื่อมโทรม อาจทิ้งไว้ให้ฟื้นตัว แหล่งน้ำเสื่อมโทรมอาจขุดลอกตะกอนหรือใช้เทคโนโลยีระบบบำบัดน้ำเสียเข้าช่วย)

5. การพัฒนา (Development) เป็นการดำเนินการที่อาศัยภาวะปกติเป็นฐาน แล้วใช้เทคโนโลยีช่วยให้เกิดการทำงานของสิ่งแวดล้อมหรือของทั้งระบบดีกว่าเดิม

6. การป้องกันภัยอันตรายที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและบทบาทของโครงสร้างทั้งระบบ การป้องกันนี้ต้องทำทั้งสองลักษณะการป้องกัน คือ ป้องกันก่อนมีการทำลาย (Prevention) จำเป็นต้องดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพและการป้องกันภัยที่เกิดซ้ำซาก (Protection) ก็ต้องหาทางยุติทั้งสองลักษณะการป้องกันต้องอาศัยเทคโนโลยีที่เหมาะสมทั้งสิ้น

7. การสงวน (Preservation) เป็นสิ่งที่กระทำแน่ชัดว่ามีการสูญเสียแบบสมบูรณ์ของสิ่งแวดล้อม การสงวนจะเน้น “ประเภท” ของสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก แต่ไม่ได้เน้น “พื้นที่” เป็นสำคัญ บางกรณีอาจสงวนทั้งประเภทและพื้นที่ก็ได้ เช่น สัตว์ป่าสงวน การสงวนโบราณวัตถุ การสงวนพันธุ์ไม้ เป็นต้น

8. การแบ่งเขต (Zoning) เป็นการกำหนดพื้นที่ที่สงวนเอาไว้เพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะ เช่น ป่าสงวน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เขตอุทยานแห่งชาติ เขตวนอุทยาน เขตปลอดฝุ่น เป็นต้น

วิธีการทางอนุรักษ์ทั้ง 8 วิธีนี้ อาจใช้เพียงหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งหรือทุกๆ ตัวในการนำไปสู่การวางแผนการจัดการสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัญหาและเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมที่จะเข้าไปจัดการซึ่งจะนำไปสู่การจัดการสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืน



ภาพประกอบที่ 2-11 ถังขยะรีไซเคิล

## เรื่องที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพในบริเวณโรงเรียน

\* ก่อนทำกิจกรรมให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนให้เข้าใจก่อน



\* ตอนที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพบริเวณโรงเรียน

\* จุดประสงค์ : สามารถจำแนกประเภทของสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพ

\* อุปกรณ์

1. แหล่งเรียนรู้บริเวณน้ำตกจำลอง คลองหน้าโรงเรียน ถนนบริเวณหน้าโรงเรียน
2. ชุดกิจกรรม
3. แว่นขยาย

\* วิธีปฏิบัติกิจกรรม

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจสิ่งแวดล้อมในแหล่งเรียนรู้บริเวณน้ำตกจำลอง คลองหน้าโรงเรียน ถนนบริเวณหน้าโรงเรียน
2. สังเกตสิ่งต่างๆ ทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต พร้อมระบุชื่อ ปริมาณและแหล่งที่พบสิ่งมีชีวิตนั้นๆ บันทึกผลลงในตาราง

/แบบฝึกหัดก่อนทำกิจกรรม

1. วัตถุประสงค์ของกิจกรรมคืออะไร.....
2. นักเรียนคิดว่าในบริเวณโรงเรียนมีสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพอะไรบ้าง.....

\* ตารางบันทึกผลการสำรวจสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง : ให้นักเรียนสำรวจสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพในแหล่งเรียนรู้บริเวณน้ำตกจำลอง คลองหน้าโรงเรียน ถนนบริเวณหน้าโรงเรียนสีกัน (วัฒนานครที่อุบลรัตน์) และบันทึกผลการสำรวจลงในตาราง

| บริเวณที่สำรวจ | สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ |       |             | สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ |       |             |
|----------------|----------------------|-------|-------------|----------------------|-------|-------------|
|                | ชื่อ                 | จำนวน | บริเวณที่พบ | ชื่อ                 | จำนวน | บริเวณที่พบ |
|                |                      |       |             |                      |       |             |

| บริเวณ<br>ที่สำรวจ | สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ |        |                 | สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ |        |                 |
|--------------------|----------------------|--------|-----------------|----------------------|--------|-----------------|
|                    | ชื่อ                 | ปริมาณ | บริเวณ<br>ที่พบ | ชื่อ                 | ปริมาณ | บริเวณ<br>ที่พบ |
|                    |                      |        |                 |                      |        |                 |

### \* สรุปผลการสำรวจ

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปผลการสำรวจระบบนิเวศทางกายภาพและชีวภาพในแหล่งเรียนรู้บริเวณน้ำตกจำลอง คลองหน้าโรงเรียน ถนนบริเวณหน้าโรงเรียนบริเวณโรงเรียนสีกัน ( วัฒนานันท์อุปถัมภ์ )

.....

.....

.....

.....



### /แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

1. สิ่งแวดล้อมแต่ละแหล่งเรียนรู้เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร.....

.....

.....

2. บริเวณที่สำรวจประกอบด้วยสิ่งแวดล้อมอย่างไร พร้อมทั้งยกตัวอย่าง.....

.....

.....

3. นักเรียนจงบอกสิ่งแวดลอมทางกายภาพและชีวภาพจากภาพถนนบริเวณหน้าโรงเรียนสีกัน (วัฒนันท์อุปถัมภ์) มีอะไรบ้าง



**\* ตอนที่ 2 สิ่งแวดลอมทางกายภาพบริเวณคลองหน้าโรงเรียน**

**\* จุดประสงค์**

1. สํารวจและรวบรวมข้อมูลลักษณะทั่วไปของคลองหน้าโรงเรียนเกี่ยวกับความกว้าง ความลึก และความเร็วของกระแสน้ำ
2. สามารถประเมินคุณภาพน้ำคลองหน้าโรงเรียนจากการสำรวจข้อมูลปัจจัยทางกายภาพ และเคมีได้

**\* อุปกรณ์และสารเคมี**

- |                                                |         |
|------------------------------------------------|---------|
| 1. สารละลาย A                                  | 1 ขวด   |
| 2. สารละลาย B                                  | 1 ขวด   |
| 3. สารละลาย C                                  | 1 ขวด   |
| 4. สารละลาย D                                  | 1 ขวด   |
| 5. สารละลาย E                                  | 1 ขวด   |
| 6. ขวด บีโอดี                                  | 1 ขวด   |
| 7. บิวเรต                                      | 1 อัน   |
| 8. ปีเปตต์                                     | 1 อัน   |
| 9. ขวดรูปชมพู่                                 | 1 ขวด   |
| 10. ขวดพลาสติกใสก้นแบนขนาด 1 ลิตร ตัดปากขวดออก | 1 ขวด   |
| 11. แผ่นวัดความขุ่นใส                          | 1 แผ่น  |
| 12. กระดาษยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์             | 1 กล่อง |
| 13. เทอร์โมมิเตอร์                             | 1 อัน   |
| 14. เซคิติดิสก์                                | 1 อัน   |
| 15. ตลับเมตร                                   | 1 อัน   |
| 16. ท่อ พีวีซี ยาว 3 เมตร                      | 1 อัน   |
| 17. นาฬิกาจับเวลาหรือนาฬิกาที่มีเข็มวินาที     | 1 เรือน |
| 18. ไขไม้ ขวดพลาสติก                           |         |



### \*วิธีปฏิบัติกิจกรรม

1. ให้นักเรียนวัดความกว้างและความลึกของคลองหน้าโรงเรียน 3 จุด ตลอดคลองบริเวณหน้าโรงเรียน หาค่าเฉลี่ยความกว้างและความลึก บันทึกผล
2. ให้นักเรียนวัดความเร็วของกระแสน้ำคลองหน้าโรงเรียน วัดระยะทาง 10 เมตร แล้วจับเวลาในการเคลื่อนที่ของใบไม้และขวดพลาสติกโดยบอกหน่วยความเร็วเป็นเมตร/วินาที
3. ตักน้ำใส่ขวดพลาสติกขนาด 1 ลิตร และบันทึกสีที่เห็นจากข้างขวด ไม่ควรบันทึกสีด้วยการมองดูน้ำจากฝั่ง เพราะอาจเป็นสีจากพื้นใต้น้ำหรือตัวแปรอื่นๆ กรณีที่น้ำเน่าดำส่งกลิ่นเหม็นชัดเจนไม่ต้องตักน้ำขึ้นมาดู บันทึกสีที่เห็นจากฝั่ง
4. ดมกลิ่นน้ำในขวดพลาสติก ลงความเห็นกันในกลุ่มว่ากลิ่นเป็นอย่างไร ถ้าน้ำเหม็นมากจนได้กลิ่นจากริมฝั่ง ไม่ต้องตักขึ้นมาดู บันทึกผล
5. วางแผนวัดความขุ่นใสไว้ที่กันขวดพลาสติกด้านใน ตักน้ำจากคลองหน้าโรงเรียนใส่จนเต็มขวดวางขวดไว้เฉยๆในร่มเงา รอให้น้ำนิ่ง เมื่อน้ำนิ่งก็มุดดูจากปากขวด และบันทึกหมายเลขสีจางที่สุดที่มองเห็นบนแผนวัดความขุ่นใส
6. ใช้ขวดพลาสติกตักน้ำจากคลองหน้าโรงเรียน แล้วนำขึ้นมาบนฝั่งจุ่มเทอร์โมมิเตอร์ลงไปประมาณ 20 วินาที บันทึกอุณหภูมิ
7. หย่อนเซคติดิสก์ที่ผูกติดกับเชือกที่ทำเครื่องหมายไว้แล้วลงไปใต้น้ำจนถึงจุดสุดท้ายที่มองเห็นแผ่นเซคติดิสก์ อ่านค่าไว้แล้วหย่อนเชือกลงไปอีกเล็กน้อย ค่อยๆดึงขึ้นจนเริ่มมองเห็นเซคติดิสก์อีกครั้งหนึ่ง อ่านค่าครั้งที่สองแล้วเฉลี่ยค่าทั้งสองเป็นค่าความลึกของการส่องผ่านแสง บันทึกผล
8. วัดปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำ โดยใช้ขวดบีโอดีเก็บตัวอย่างน้ำจากคลองหน้าโรงเรียน ให้น้ำล้นพ้นคอขวดปิดฝาให้สนิท ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ
  - 8.1 เติมสารละลาย A 1 มิลลิลิตร และ B 1 มิลลิลิตร โดยให้ปลายปิเปตอยู่ใต้ผิวของตัวอย่างน้ำในขวดบีโอดี
  - 8.2 ปิดจุกขวด ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ เขย่าอย่างแรงโดยการกลับขวดไปมาประมาณ 15 ครั้งจะเกิดตะกอนสีน้ำตาลปล่อยให้ตกตะกอน (ถ้าเกิดตะกอนสีขาวแสดงว่าตัวอย่างน้ำไม่มีออกซิเจนละลาย)
  - 8.3 เปิดจุกออกแล้วเติมสารละลาย C 2.0 มิลลิลิตรโดยปล่อยให้กรดค่อยๆ ไหลลงไปตามข้างๆ คอขวดโดยให้ปลายปิเปตอยู่เหนือผิวน้ำปิดจุก เขย่าให้เข้ากันโดยการกลับขวดไปมาจนกระทั่งตกตะกอนละลายหมด
  - 8.4 ตวงสารละลายตัวอย่างปริมาตร 202 มิลลิลิตร นำสารละลายตัวอย่างใส่ขวดรูปชมพู่เพื่อใช้ในการไตเตรต
  - 8.5 ไตเตรตสารละลายตัวอย่างด้วย สารละลาย E จนกระทั่งสีเหลืองเริ่มจางลง (สีฟางข้าว) เติมสารละลาย D 1 มิลลิลิตร จะได้สีน้ำเงิน ไตเตรตต่อไปจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป (ถ้าใช้สารละลาย E ในการไตเตรต 2.0 มิลลิลิตร ตัวอย่างน้ำจะมีออกซิเจนละลาย 2.0 มิลลิกรัม / ลิตร ) บันทึกผล



## /แบบฝึกหัดก่อนทำกิจกรรม

1. วัตถุประสงค์ของกิจกรรมคืออะไร.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าสิ่งแวดล้อมทางกายภาพบริเวณคลองหน้าโรงเรียนเรียนเป็นอย่างไร.....

.....

**\*บันทึกผลการสำรวจ**

1. ความกว้าง ความลึก

ความกว้างเฉลี่ย.....เมตร

ความลึกเฉลี่ย.....เมตร

2. ความเร็วของกระแสน้ำ

| ประเภทวัสดุลอยน้ำ | เวลาเดินทาง (วินาที) |   |   | ค่าเฉลี่ย |
|-------------------|----------------------|---|---|-----------|
|                   | 1                    | 2 | 3 |           |
| ใบไม้             |                      |   |   |           |
| ขวดพลาสติก        |                      |   |   |           |
| อื่นๆ             |                      |   |   |           |
| ค่าเฉลี่ยรวม      |                      |   |   |           |

ให้นักเรียน

3

ในช่องที่เหมาะสม

ประเมินอัตราความเร็วของผิวน้ำ

☐ เร็วมาก ☐ เร็ว ☐ เร็วพอใช้ ☐ ช้า ☐ ช้ามาก

<10 วินาที    10-20 วินาที    21-40 วินาที    41-100 วินาที    >100 วินาที

3. สีของน้ำที่เห็นจากขวดพลาสติก

☐ ไม่มีสี ระวัง ' อย่าเพิ่งสรุปว่าน้ำสะอาด น้ำใสอาจมีสิ่งแปลกปลอมเจือปน

☐ เทา/ดำ น้ำเน่าจากสิ่งปฏิกูล

☐ สีอื่นๆ (อธิบาย).....

4. กลิ่น กลิ่นของน้ำ

☐ ไม่มีกลิ่น

☐ มีกลิ่นบ้างเล็กน้อย

☐ มีกลิ่นพอประมาณ

☐ กลิ่นแรง

☐ กลิ่นแรงมาก

ความเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับกลิ่น.....

5. ความขุ่นใส หมายเลขสีจางที่สุด บนแผ่นวัดความขุ่นใสที่มองเห็นได้

☐ 5 ใส ☐ 4 ค่อนขางใส ☐ 3 ขุ่น ☐ 2 ขุ่นมาก

☐ 1 (ไม่เห็นอะไร) ขุ่นมากจนไม่เห็นอะไรเลย

## 6. อุณหภูมิ

อุณหภูมิ.....องศาเซลเซียส

## 7. ความเป็นกรด - เบส

pH.....

## 8. ค่าความลึกของแสงส่องผ่าน

ค่าความลึกของแสงส่องผ่านเฉลี่ย.....เมตร

## 9. ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO).....มิลลิกรัม/ลิตร

**\*สรุปผลคุณภาพของกายภาพน้ำคลองหน้าโรงเรียน**

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปลักษณะทางกายภาพของคลองหน้าโรงเรียน

.....

.....

.....

.....



/ แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

1. นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิมีผลต่อปริมาณก๊าซออกซิเจนหรือไม่อย่างไร.....

.....

2. นักเรียนคิดว่า มีปัจจัยอะไรบ้างที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในคลองหน้าโรงเรียน

.....

.....

3. ถ้านักเรียนได้รับมอบหมายให้ปรับปรุงน้ำในคลองหน้าโรงเรียน นักเรียนคิดว่าควรจะทำอย่างไร.....

.....

.....

.....

4. ผลจากการสำรวจ จงเขียนผังมโนทัศน์การอนุรักษ์น้ำคลองหน้าโรงเรียน

## เรื่องที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต

\* ก่อนนักเรียนทำกิจกรรมให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม  
ในบริเวณโรงเรียนให้เข้าใจก่อน



\* จุดประสงค์ : อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันที่อาศัยอยู่ร่วมกัน  
พร้อมทั้งยกตัวอย่างอื่นประกอบได้

\* อุปกรณ์

1. แหล่งเรียนรู้บริเวณโรงเรียน
2. ชุดกิจกรรม

\* วิธีปฏิบัติกิจกรรม

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลผลการสำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียนและสิ่งมีชีวิต  
ในน้ำ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต

2. นำเสนอผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างชนิด โดยเขียนผังมโนทัศน์  
/แบบฝึกหัดก่อนทำกิจกรรม

1. วัตถุประสงค์ของกิจกรรมนี้คืออะไร.....  
.....
2. นักเรียนคิดว่าจากภาพสิ่งมีชีวิตข้างล่างนี้มีความสัมพันธ์กันอย่างไร



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2

.....

.....

.....

.....

.....

\* ตารางบันทึกผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างชนิด

คำชี้แจง : ให้นักเรียนนำผลการสำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียนสีกัน (วัดน่านนันทอุปถัมภ์) และสิ่งมีชีวิตในน้ำ วิเคราะห์ความสัมพันธ์และบันทึกผลลงในตาราง

| ชื่อสิ่งมีชีวิตที่สัมพันธ์กัน | การได้และเสียประโยชน์ |                  |                              | ประเภทของความสัมพันธ์ |
|-------------------------------|-----------------------|------------------|------------------------------|-----------------------|
|                               | ฝ่ายได้ประโยชน์       | ฝ่ายเสียประโยชน์ | ฝ่ายที่ไม่ได้ไม่เสียประโยชน์ |                       |
| คูที่ 1                       |                       |                  |                              |                       |
| คูที่ 2                       |                       |                  |                              |                       |
| คูที่ 3                       |                       |                  |                              |                       |
| คูที่ 4                       |                       |                  |                              |                       |
| คูที่ 5                       |                       |                  |                              |                       |
| คูที่ 6                       |                       |                  |                              |                       |
| คูที่ 7                       |                       |                  |                              |                       |
| คูที่ 8                       |                       |                  |                              |                       |
| คูที่ 9                       |                       |                  |                              |                       |
| คูที่ 10                      |                       |                  |                              |                       |

\* สรุปผลการสำรวจ

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันเกี่ยวกับการได้และการเสียประโยชน์ในระบบนิเวศ

.....

.....

.....

.....



เสร็จแล้วเก่งจัง ไปทำ  
ผังมโนทัศน์ต่อกันนะครับ

/ แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

ผังโน้ตค้นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต  
ของระบบนิเวศโรงเรียนสีกัน ( วัฒนานันท์อุปถัมภ์ )



### เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต

\* ก่อนนักเรียนทำกิจกรรมให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนให้เข้าใจก่อน



#### \* จุดประสงค์

1. ระบุปัญหาเกี่ยวกับปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์
2. ออกแบบการทดลองเพื่อพิสูจน์เกี่ยวกับปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์
3. บอกความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต

#### \* อุปกรณ์

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

#### \* วิธีการปฏิบัติกิจกรรม

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์
2. อภิปรายและสรุปความสำคัญปัจจัยทางกายภาพ และชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์
3. ออกแบบการทดลองเพื่อตอบคำถามปัจจัยทางกายภาพ และชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์

#### /แบบฝึกหัดก่อนทำกิจกรรม

1. วัตถุประสงค์ของกิจกรรมคืออะไร.....  
.....
2. ถ้าโลกนี้ไม่มีต้นไม้เกิดผลกระทบอย่างไร .....  
.....  
.....  
.....

**\* ตารางวิเคราะห์**

**คำชี้แจง :** วิเคราะห์สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของ  
สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ โดยทำเครื่องหมาย 3 ในช่องสิ่งมีชีวิตนั้น

| ประเภทของสิ่งแวดล้อม | ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิต | ประเภทของสิ่งมีชีวิต |       |
|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-------|
|                      |                                   | พืช                  | สัตว์ |
| สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ |                                   |                      |       |
| สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ |                                   |                      |       |

**\*สรุปผลการอภิปราย**

สรุปผลการอภิปรายปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของ  
พืชและสัตว์

.....

.....

.....

.....



**\* ออกแบบการทดลอง**

**เรื่อง ความสำคัญของปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของพืช**

ปัญหา.....

สมมติฐาน.....

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

อุปกรณ์.....

.....

วิธีทดลอง.....

.....

.....

**เรื่อง ความสำคัญของปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของสัตว์**

ปัญหา.....

สมมติฐาน.....

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

อุปกรณ์.....

.....

วิธีทดลอง.....

.....

.....

.....

ผู้ตายี่ะ อย่าลืมทำแบบฝึกหัดนะครับ



/ แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

1. ผลจากการวิเคราะห์ปัจจัยตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพ  
ที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์.....

.....

2. ถ้าโลกนี้ไม่มีดวงอาทิตย์เกิดผลกระทบอย่างไร .....

.....

3. ผลการสำรวจจริงเขียนผังมโนทัศน์สรุปสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพที่มีอิทธิพลต่อ  
สิ่งมีชีวิต

## เรื่องที่ 4 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน

\* ก่อนทำกิจกรรมให้นักเรียนศึกษาไปความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนให้เข้าใจก่อน



\* จุดประสงค์ : บอกสภาพปัญหา สาเหตุ และแนวทางแก้ปัญหา สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนและรอบโรงเรียนระยะ 500 เมตรได้

\* วิธีปฏิบัติกิจกรรม

1. วิเคราะห์สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนและรอบๆ โรงเรียนระยะ 500 เมตร
2. แต่ละกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์สาเหตุ และแนวทางแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนและรอบๆ โรงเรียน
3. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการวิเคราะห์

/แบบฝึกหัดก่อนทำกิจกรรม

1. วัตถุประสงค์ของกิจกรรมคืออะไร.....
2. นักเรียนต้องการโรงเรียนที่มีสภาพแวดล้อมเป็นอย่างไร.....

\* ตารางบันทึกผลการวิเคราะห์

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์สภาพปัญหา สาเหตุ และวิธีแก้ปัญหา สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนสีกัน ( วัฒนานันท์อุปถัมภ์ ) และรอบๆ โรงเรียน ระยะ 500 เมตร บันทึกผลลงในตาราง

| สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อม<br>ในบริเวณโรงเรียน | สาเหตุ | วิธีแก้ปัญหา |
|------------------------------------------|--------|--------------|
|                                          |        |              |

| สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อม<br>รอบโรงเรียน | สาเหตุ | วิธีแก้ปัญหา |
|-------------------------------------|--------|--------------|
|                                     |        |              |

**\* สรุปผลการสำรวจและวิเคราะห์**

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปสภาพปัญหา สาเหตุ และแนวทางแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม  
ในบริเวณโรงเรียนสีกัน ( วัฒนานันท์อุปถัมภ์ ) และบริเวณรอบๆ โรงเรียนระยะ 500 เมตร

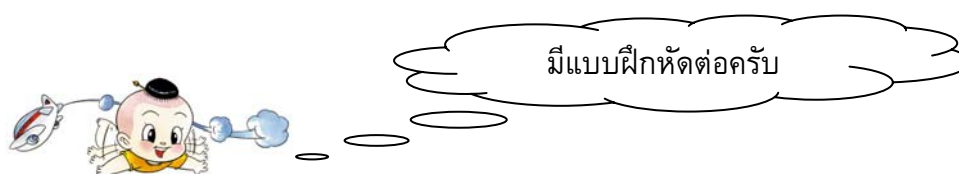
.....

.....

.....

.....

.....



### / แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

1. ผลการสำรวจสภาพปัญหาสิ่งแวดล้อม จงเขียนคำขวัญ เพื่อการรณรงค์ช่วยกันอนุรักษ์  
สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนสีกัน ( วัฒนานันท์อุปถัมภ์ ).....

.....

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่า ปัญหาสิ่งแวดล้อมของชุมชนรอบโรงเรียน 500 เมตร มีอะไรบ้าง มีแนวทาง  
แก้ปัญหาอย่างไร.....

.....

.....

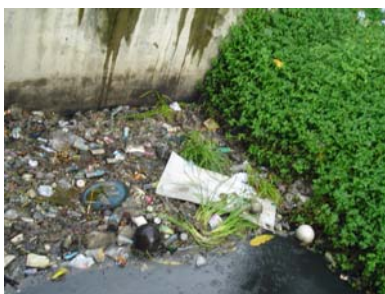
.....

.....

.....

.....

3



จากภาพน้ำในคลองหน้าโรงเรียนสีกัน มีขยะลอยอยู่จำนวนมาก และส่งกลิ่นเหม็น นักเรียนรู้สึก  
อย่างไร

และมีวิธีอนุรักษ์อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. “ การบำบัดน้ำเสียโดยการใส่น้ำสกัดชีวภาพ เป็นวิธีการแก้ปัญหาหน้าเสี่ยตามธรรมชาติ ประโยชน์ที่ได้รับคือไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศในบริเวณนั้น เมื่อพบว่าแหล่งน้ำ บริเวณคลองหน้าโรงเรียนเน่าเสีย เราสามารถแก้ไขได้โดยการเทน้ำสกัดชีวภาพในคลองหน้า โรงเรียนสัปดาห์ละ 1 ครั้ง รวมเวลา 2 เดือน สังเกตเห็นความเปลี่ยนแปลงของน้ำจากสี กลิ่น หรืออาจมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ในน้ำ และให้บันทึกความเปลี่ยนแปลงเป็นช่วงๆ จนสามารถวัด ปริมาณออกซิเจนในน้ำมีค่าเป็นปกติ ” จากสถานการณ์ดังกล่าวถ้านักเรียนต้องการบำบัดน้ำเสีย ตามวิธีการนี้จะออกแบบกิจกรรมอย่างไร

4.1 ชื่อกิจกรรม.....

4.2 จุดประสงค์ของกิจกรรม.....

.....

4.3 อุปกรณ์หรือวัสดุที่ใช้ในการทำกิจกรรม.....

.....

4.4 ขั้นตอนในการทำกิจกรรม.....

.....

.....

.....

5. จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน นักเรียนจงวิเคราะห์สถานการณ์ สิ่งแวดล้อมดังรูปข้างล่างนี้



**“ภัยแล้ง”คุกคาม! รอ”ฝนหลวง”ขโลมใจ** ที่พึ่งสุดท้ายของคนไทย

สถานการณ์ ภัยแล้ง ปีนี้ นับว่ารุนแรงกว่าทุกปีชาวบ้านเกือบทุกภาคของประเทศไทย ไม่มีน้ำกินน้ำใช้ทุกหน่วยงานต่างหาทางช่วยเหลือกันซุลมุลไปหมดโดยยึดตามแนวพระราชดำริ

ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ที่ทรงมีพระราชดำริให้รัฐบาลจัดตั้ง สำนักฝนหลวง 9 แห่งทั่วประเทศ เป็นแนวทางบรรเทาทุกข์ปวงชนพสกนิกรอย่างเร่งด่วน เนื่องจากมีพื้นที่เกษตรเสียหายไปกว่า 50,000,000 ไร่ คิดเป็นมูลค่า 700,000,000 บาท ชาวบ้านได้รับความเดือดร้อนมากที่สุดในด้านขาดแคลนน้ำในการอุปโภค-บริโภคและทำการเกษตรกรรม

.....

.....

.....

.....

เพื่อนๆทำกิจกรรมเสร็จแล้วไป  
ทดสอบความรู้กันต่อเนะครับ



### แบบทดสอบหลังเรียน

1. ข้อใดเป็นความหมายของสิ่งแวดล้อม
  - ก. สิ่งต่างๆที่มีชีวิต
  - ข. สิ่งต่างๆที่มนุษย์สร้างขึ้น
  - ค. สิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นเกิดตามธรรมชาติ
  - ง. สิ่งต่างๆรอบตัวเราทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น
2. ปัจจัยใดที่มีผลต่อกลุ่มสิ่งมีชีวิตมากที่สุด
  - ก. ปัจจัยทางกายภาพและชีวเคมี
  - ข. ปัจจัยทางชีวภาพและกายภาพ
  - ค. ปัจจัยทางชีวภาพและเคมีฟิสิกส์
  - ง. ปัจจัยทางกายภาพและเคมีฟิสิกส์
3. น้ำพุบริเวณน้ำตกจำลอง พ่นน้ำเป็นฝอยเพื่ออะไร
  - ก. เพื่อความสวยงาม
  - ข. เพิ่มปริมาณไอน้ำในอากาศ
  - ค. ทำให้กลิ่นต่างๆ ในน้ำระเหยไป
  - ง. เพิ่มออกซิเจนให้แก่น้ำทำให้น้ำไม่เสีย
4. ถ้ามีการจำลองระบบนิเวศปิดแหล่งหนึ่งแล้วขจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้หมด สิ่งมีชีวิตใดจะตายก่อนสิ่งมีชีวิตอื่นๆ
  - ก. ผู้ผลิต
  - ข. ผู้บริโภค
  - ค. ผู้ย่อยสลาย
  - ง. ผู้บริโภคและผู้ย่อยสลาย
5. ถ้านักเรียนนำตู้ปลา 2 ใบ ใส่ปลาจำนวน 5 ตัว และสาหร่ายจำนวน 3 ต้น เหมือนกันแล้ว หลังจากนั้น นำไปวางข้างหน้าต่างมีแสงสว่างปกติ ตู้ปลาใบที่ 1 ให้อาหารชนิด A และตู้ปลาใบที่ 2 ให้อาหารชนิด B แล้วติดตามผลในเวลาเดียวกันติดต่อกันทุกวัน การกระทำดังกล่าวตัวแปรต้น ที่ศึกษาคืออะไร
  - ก. ระบบนิเวศ
  - ข. ชนิดของอาหาร
  - ค. การตายของปลา
  - ง. โลกของสิ่งมีชีวิต



6. จากข้อ 5 ตัวแปรตามคืออะไร

- ก. ระบบนิเวศ
- ข. ชนิดของอาหาร
- ค. การตายของปลา
- ง. โลกของสิ่งมีชีวิต

7. จิ้งจอกกับแมลงมีความสัมพันธ์กันแบบใด

- ก. ภาวะพึ่งพา
- ก. การล่าเหยื่อ
- ข. ภาวะเป็นกลาง
- ค. ภาวะการแก่งแย่ง

8. กระต่ายกินพืชเป็นอาหาร เสือกินกระต่ายทำให้ปริมาณของกระต่ายมีอยู่ในธรรมชาติอย่างพอเหมาะ สภาพเช่นนี้เรียกว่าอย่างไร

- ก. ภาวะมีปรสิต
- ข. สมดุลธรรมชาติ
- ค. โลกของสิ่งมีชีวิต
- ง. วัฏจักรของสิ่งมีชีวิต

9. ชาวนาเกี่ยวข้าวอยู่ในทุ่งนา ควายถูกปล่อยให้ยืนกินหญ้าอยู่ริมคันนา โดยมีนกเอี้ยงเกาะหาเห็บอยู่บนหลัง พงศาวดารเป็นที่หลบภัยของหนูนาจากงูเห่าที่คอยจ้องจะจับกิน ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติที่มีลักษณะได้เปรียบเสียเปรียบในแบบเดียวกันคือกลุ่มใด

- ก. งูเห่ากับหนู และงูเห่ากับเห็บ
- ข. ชาวนากับงูเห่า และชาวนากับหนู
- ค. เห็บกับควาย และเห็บกับนกเอี้ยง
- ง. ควายกับนกเอี้ยง และควายกับชาวนา

10. การกระทำในข้อใดเป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน

- ก. ทิ้งขยะในบริเวณโรงเรียน
- ข. ระบายน้ำทิ้งลงในแหล่งน้ำ
- ค. เก็บขวดน้ำพลาสติกไปขาย
- ง. เปิดพัดลมเพื่อระบายอากาศตลอดทั้งวัน



โชคดีนะครับ

### คู่มือครูประกอบการสอนชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

คำแนะนำในการใช้คู่มือครูประกอบการสอนชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

การใช้คู่มือครูประกอบการสอนชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและ สิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ควรปฏิบัติและทำความเข้าใจดังนี้

1. คู่มือครูประกอบการสอนชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนที่จะนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 นำไปใช้สอน
2. คู่มือครูประกอบการสอนชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์นี้จะใช้ควบคู่กับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
3. คู่มือครูประกอบการสอนชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ แต่ละชุดประกอบด้วยหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้
  - ชื่อกิจกรรม
  - คำชี้แจง
  - จุดประสงค์การเรียนรู้
  - เวลาที่ใช้
  - อุปกรณ์
  - วิธีปฏิบัติกิจกรรม
  - คำเฉลยแบบฝึกหัดก่อนทำกิจกรรม
  - คำเฉลยแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

**คู่มือครูประกอบการสอนชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์  
เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3**

**คำชี้แจง**

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีทั้งหมด 2 ชุด ดังนี้

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ มี 3 เรื่อง ดังนี้

เรื่องที่ 1 : ระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน (2 คาบ)

ตอนที่ 1 : สำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 2 : บทบาทของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน

เรื่องที่ 2 : สิ่งมีชีวิตในน้ำ (2 คาบ)

เรื่องที่ 3 : ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ (2 คาบ)

ตอนที่ 1 : ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 2 : ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในบริเวณบ้านและชุมชน

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน มีทั้งหมด 4 เรื่อง แต่ละเรื่องประกอบด้วยกิจกรรม ดังนี้

เรื่องที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพในบริเวณโรงเรียน (2 คาบ)

ตอนที่ 1 : สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพบริเวณโรงเรียน

ตอนที่ 2 : สิ่งแวดล้อมทางกายภาพบริเวณคลองหน้าโรงเรียน

เรื่องที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต (2 คาบ)

เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต (2 คาบ)

เรื่องที่ 4 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน (2 คาบ)

## เรื่องที่ 1 ระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน

\*ก่อนนักเรียนทำกิจกรรมให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องระบบนิเวศให้เข้าใจก่อน

### \*ตอนที่ 1 สำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน

#### \*จุดประสงค์

1. ระบุชื่อของสิ่งมีชีวิตที่พบจากการสำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน
2. สรุปความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับแหล่งที่อยู่

#### \*อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

1. แหล่งเรียนรู้บริเวณสวนหย่อมหน้าอาคาร 1 โรงเรียนไทย และสนามฟุตบอล
2. ชุดกิจกรรม
3. แว่นขยาย
4. พลั่วตักดิน

#### \*วิธีปฏิบัติกิจกรรม

1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม เลือกสำรวจระบบนิเวศในโรงเรียน บริเวณสวนหย่อมหน้าอาคาร 1 โรงเรียนไทย และสนามฟุตบอล โดยใช้แว่นขยายเป็นอุปกรณ์ช่วยในการสำรวจสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก และพลั่วตักดินเพื่อศึกษาสิ่งมีชีวิตในดิน หลังจากศึกษาแล้วกลบดินให้อยู่สภาพเดิมเมื่อแล้วเสร็จ
2. สังเกตลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่พบและวาดภาพ พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งมีชีวิตกับแหล่งที่อยู่
3. บันทึกผลการสำรวจ อภิปรายและสรุปผลการสำรวจ

#### /แบบฝึกหัดก่อนทำกิจกรรม

1. วัตถุประสงค์ของกิจกรรมคืออะไร (1.ระบุชื่อของสิ่งมีชีวิตที่พบจากการสำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน 2. สรุปความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับแหล่งที่อยู่)
2. นักเรียนคาดคะเนจากการสำรวจจะพบสิ่งมีชีวิตได้บ้าง มีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันอย่างไร (ต้นไม้ สัตว์พวกนก แมลงต่างๆ เห็ด เป็นต้น มีปริมาณแตกต่างกัน)

#### \*ตารางบันทึกผลการสำรวจระบบนิเวศ

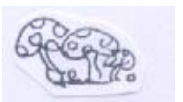
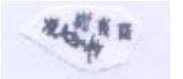
คำชี้แจง : ให้นักเรียนสำรวจสิ่งมีชีวิตในโรงเรียนสัปดาห์ (วันนันทน์ที่อุปถัมภ์) บริเวณสวนหย่อมหน้าอาคาร 1 โรงเรียนไทย สนามฟุตบอล โดยเลือกสำรวจเพียง 1 แหล่งและบันทึกผลการสำรวจลงในตาราง

| บริเวณที่สำรวจ        | สิ่งมีชีวิตที่พบ | จำนวน | วาดภาพลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่พบ                                                      | ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่พบกับแหล่งที่อยู่              |
|-----------------------|------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| (สวนหย่อมหน้าอาคาร 1) | (ใบบัวบก)        | (มาก) |  | (-เป็นที่อยู่อาศัยและเป็นอาหารของปลาหางนกยูง หอยและลูกอ๊อด) |

ตารางบันทึกผลการสำรวจระบบนิเวศ (ต่อ)

| บริเวณที่สำรวจ        | สิ่งมีชีวิตที่พบ | จำนวน     | วาดภาพลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่พบ                                                      | ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่พบกับแหล่งที่อยู่                                    |
|-----------------------|------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| (สวนหย่อมหน้าอาคาร 1) | (ปลาหางนกยูง)    | (มาก)     |    | (-มูลเป็นปุ๋ยกับพืชและปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง) |
|                       | (หอย)            | (10 ตัว)  |    | (-ทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายในกระถางบัว)                                            |
|                       | (ลูกอ๊อด)        | (มาก)     |     | (-อาศัยอยู่ในกระถางบัว)                                                           |
|                       | (ต้นมะยม)        | (1 ต้น)   |    | (-เป็นอาหารของ หนอนนก และเป็นที่อยู่ของ แมงมุม)                                   |
|                       | (สาหร่าย)        | (มาก)     |  | (- เป็นอาหารของปลาหางนกยูงและหอยเพิ่มก๊าซออกซิเจนในระบบนิเวศ)                     |
| (บริเวณเรือนไทย)      | (ต้นมะลิ)        | (1กระถาง) |  | (-เป็นที่อยู่อาศัยของแมลง เป็นแหล่งอาหารของผีเสื้อ)                               |
|                       | (หนอน)           | (1ตัว)    |   | (- เป็นสัตว์ที่กินซากพืชซากสัตว์)                                                 |
|                       | (ผีเสื้อ)        | (3 ตัว)   |   | (- ดูดน้ำหวานจากดอกไม้และช่วยผสมพันธุ์พืช)                                        |
|                       | (ต้นโมก)         | (มาก)     |  | (-เป็นที่อยู่ของสัตว์เล็กๆ เป็นแหล่งอาหารของแมลง ผีเสื้อ ผึ้ง)                    |

ตารางบันทึกผลการสำรวจระบบนิเวศ (ต่อ)

| บริเวณที่สำรวจ     | สิ่งมีชีวิตที่พบ | จำนวน    | วาดภาพลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่พบ                                                     | ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่พบกับแหล่งที่อยู่                               |
|--------------------|------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| (บริเวณสนามฟุตบอล) | (หมากคั่น)       | (4 ต้น)  |    | (-เป็นที่อยู่ของสัตว์เป็นอาหารของแมลง)                                       |
|                    | (กิ้งก่า)        | (1 ตัว)  |    | (-กินแมลงเป็นอาหาร หลบภัยอยู่ใต้ต้นไม้)                                      |
|                    | (เห็บ)           | (3 ตัว)  |    | (-ย่อยต่อไม้บริเวณเรือนไทย)                                                  |
|                    | (ปลวก)           | (มาก)    |    | (-กินไม้ผุบริเวณเรือนไทย)                                                    |
|                    | (ต้นหญ้า)        | (มาก)    |    | (-เพิ่มก๊าซออกซิเจนเป็นอาหารของนกและแมลงเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตเล็กๆ) |
|                    | (กล้วยไม้)       | (17 ต้น) |  | (- เป็นอาหารของผีเสื้อ เป็นที่อยู่ของมดดำ)                                   |
|                    | (นก)             | (9 ตัว)  |  | (- กินแมลงเป็นอาหาร ช่วยขยายพันธุ์พืช)                                       |
|                    | (ไส้เดือน)       | (1 ตัว)  |  | (- ทำหน้าที่ย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ช่วยพรวนดิน)                               |

**\*สรุปผลการสำรวจ**

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปผลการสำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับแหล่งที่อยู่

(สิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับแหล่งที่อยู่เป็นแหล่งอาหาร ช่วยป้องกันภัย การขยายพันธุ์แหล่งที่อยู่แตกต่างกันสิ่งมีชีวิตจะแตกต่างกันทั้งชนิดและปริมาณ ถ้าแหล่งที่อยู่เปลี่ยนแปลงสิ่งมีชีวิตจะเปลี่ยนแปลงเช่นกัน)

### แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

1. จากการสำรวจพบสิ่งมีชีวิตชนิดใดบ้าง มีปริมาณแตกต่างกันอย่างไร และจงยกตัวอย่างกลุ่มสิ่งมีชีวิต 1 ตัวอย่าง(พบสิ่งมีชีวิตจำพวกพืช เช่น ต้นมะลิ ต้นโมก บัว เป็นต้น สิ่งมีชีวิตจำพวกสัตว์ เช่น นก ผีเสื้อ ไล่เตียน เป็นต้น สิ่งมีชีวิตจำพวกผู้ย่อยสลาย เช่น เห็ด เป็นต้น ตัวอย่างกลุ่มสิ่งมีชีวิต เช่น ใบบัวบก ปลาหางนกยูง หอย สำหรับ ที่อยู่ในกระถางบัว เป็นต้น)
2. ถ้าบริเวณที่สำรวจแตกต่างกันสิ่งมีชีวิตที่พบแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร (บริเวณที่ต่างกัน พบสิ่งมีชีวิตที่ต่างกัน เนื่องจากในบริเวณโรงเรียนมีทั้งระบบนิเวศบนบกและในน้ำ และเมื่อแหล่งที่อยู่เปลี่ยนไป สิ่งมีชีวิตที่พบจะเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านชนิดและปริมาณ)
3. จากการสำรวจสิ่งมีชีวิตที่พบในแต่ละบริเวณมีความสัมพันธ์กับแหล่งที่อยู่หรือไม่ อย่างไร(สิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับแหล่งที่อยู่ในด้านเป็นที่อยู่อาศัย ที่หลบภัยศัตรู แหล่งอาหาร สืบพันธุ์และเลี้ยงดูตัวอ่อน เป็นต้น)

### \*ตอนที่ 2 บทบาทของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน

#### \*จุดประสงค์

1. บอกบทบาทหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตที่พบในระบบนิเวศได้
2. สรุปความสัมพันธ์ของบทบาทสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้

#### \*อุปกรณ์

1. แหล่งเรียนรู้บริเวณสวนหย่อมหน้าอาคาร 1 เรือนไทย สนามฟุตบอล
2. ชุดกิจกรรม

#### \*วิธีปฏิบัติกิจกรรม

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลการสำรวจระบบนิเวศในโรงเรียนจากตอนที่ 1 วิเคราะห์บทบาทหน้าที่ของสิ่งมีชีวิต
2. บันทึกผลการวิเคราะห์ลงในตาราง อภิปรายและเติมข้อมูลในไดอะแกรมให้สมบูรณ์และสรุปผลการวิเคราะห์
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสำรวจ และผลการวิเคราะห์บทบาทของสิ่งมีชีวิตหน้าชั้นเรียน

### /แบบฝึกหัดก่อนทำกิจกรรม

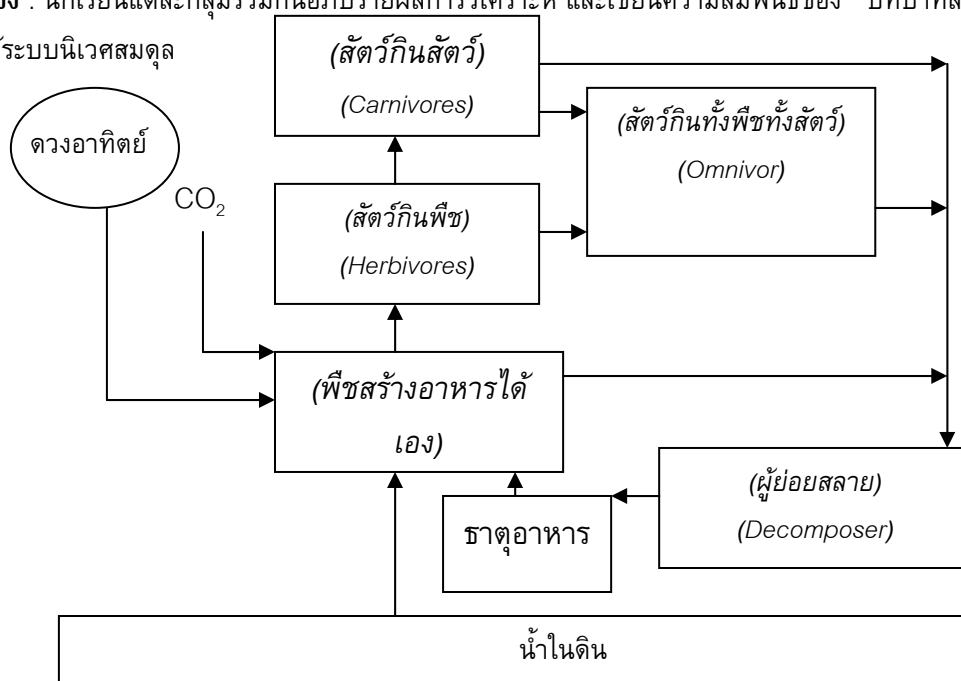
1. วัตถุประสงค์ของกิจกรรมคืออะไร (1. บอกบทบาทหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตที่พบในระบบนิเวศได้)
2. สรุปความสัมพันธ์ของบทบาทสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้)
  2. นักเรียนคาดคะเนในระบบนิเวศจะมีสิ่งมีชีวิตชนิดใดมากที่สุด(น่าจะเป็นพวกแมลงต่าง ๆ)

### ตารางบันทึกผลการวิเคราะห์ระบบนิเวศ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนวิเคราะห์บทบาทของสิ่งมีชีวิตในโรงเรียนสักัน (วัฒนานันท์อุปถัมภ์) บริเวณสวนหย่อม หน้าอาคาร 1 เรือนไทย สนามฟุตบอล โดยเลือกวิเคราะห์เพียง 1 แหล่งและบันทึกผลการวิเคราะห์ลงในตาราง

| บริเวณที่สำรวจ        | บทบาทของสิ่งมีชีวิต                 |                      |                         |                     |                  |                                |
|-----------------------|-------------------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|------------------|--------------------------------|
|                       | ผู้ผลิต                             | ผู้บริโภค            |                         |                     |                  | ผู้ย่อยสลาย                    |
|                       |                                     | สัตว์กินพืช          | สัตว์กินสัตว์           | สัตว์กินพืชกินสัตว์ | สัตว์กินซาก      |                                |
| (สวนหย่อมหน้าอาคาร 1) | (ใบบัวบก)<br>(ต้นมะยม)<br>(สาหร่าย) | (ลูกยอ)<br>(ผีเสื้อ) | (กิ้งก่า)<br>(นกกระจอก) | (ปลาหางนกยูง)       | (หอย)<br>(หนอน)  | (เห็บ)<br>(ปลวก)<br>(ไส้เดือน) |
| (บริเวณเรือนไทย)      | (ต้นมะลิ)<br>(ต้นโมก)<br>(หมากคั่น) | (ผีเสื้อ)            | (กิ้งก่า)               | (สุนัข)<br>(คน)     | (หนอน)<br>(ปลวก) | (เห็บ)                         |
| (บริเวณสนามฟุตบอล)    | (หญ้า)<br>(กล้วยไม้)                |                      |                         | (นก)                | (ไส้เดือน)       |                                |

คำชี้แจง : นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลการวิเคราะห์ และเขียนความสัมพันธ์ของ บทบาทสิ่งมีชีวิตที่ทำให้ระบบนิเวศสมดุล



ความสัมพันธ์ระหว่างลำดับขั้นของอาหารในระบบนิเวศ

ที่มา : เกษม จันทรแก้ว.2544.57.



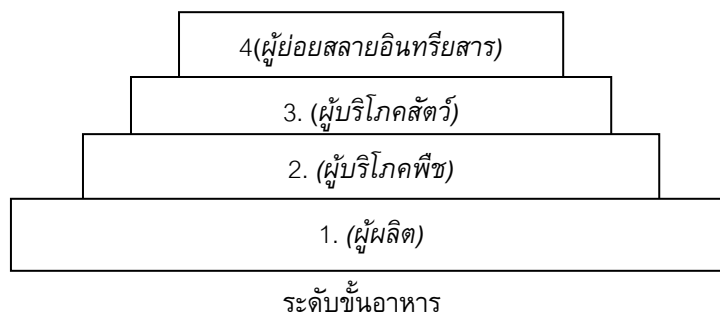
### \*สรุปผลการวิเคราะห์

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปผลการวิเคราะห์สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศบริเวณโรงเรียน สักกัน (วัฒนานันท์อุปถัมภ์) เกี่ยวกับความสัมพันธ์บทบาทหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ของการถ่ายทอดพลังงานในเชิงอาหาร

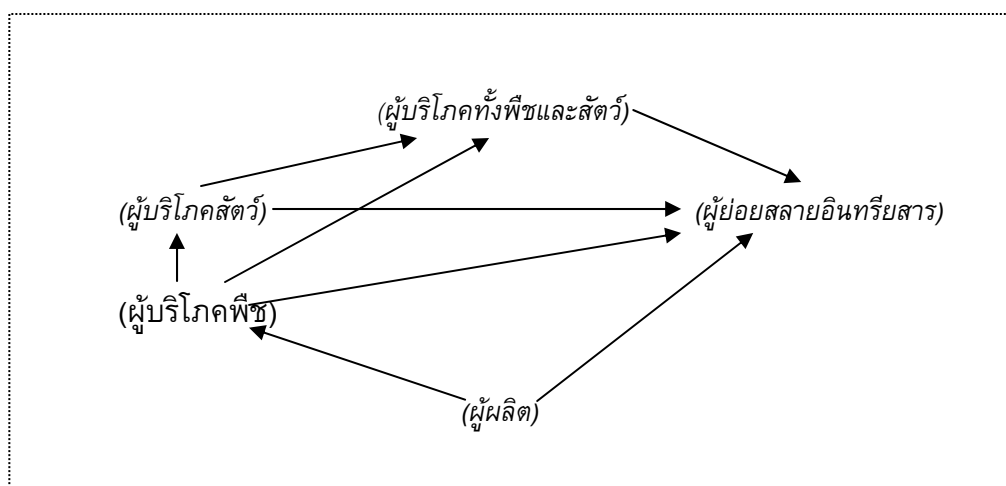
(องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตจะทำหน้าที่เฉพาะของตนเอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตอื่นในแง่ของการกินอาหาร หรือการถ่ายทอดพลังงาน สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 พวก คือ ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร)

#### แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

1. จากการวิเคราะห์ใช้เกณฑ์อะไร ถ้าโลกนี้ไม่มีดวงอาทิตย์เกิดผลกระทบอย่างไร(ใช้เกณฑ์บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ถ้าโลกนี้ไม่มีดวงอาทิตย์จะไม่มีพืช ไม่มีก๊าซออกซิเจน ไม่มีสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เนื่องจากพืชเป็นผู้ผลิตสิ่งมีชีวิตอื่นจะขาดอาหาร)
2. จากการสำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน จงเขียนระดับขั้นอาหาร



3. จากการสำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน จงเขียนความสัมพันธ์ของบทบาทสิ่งมีชีวิตที่ทำให้ระบบนิเวศสมดุล



## เรื่องที่ 2 สิ่งมีชีวิตในน้ำ

\* ก่อนนักเรียนทำกิจกรรมให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ให้เข้าใจก่อน

### \* จุดประสงค์

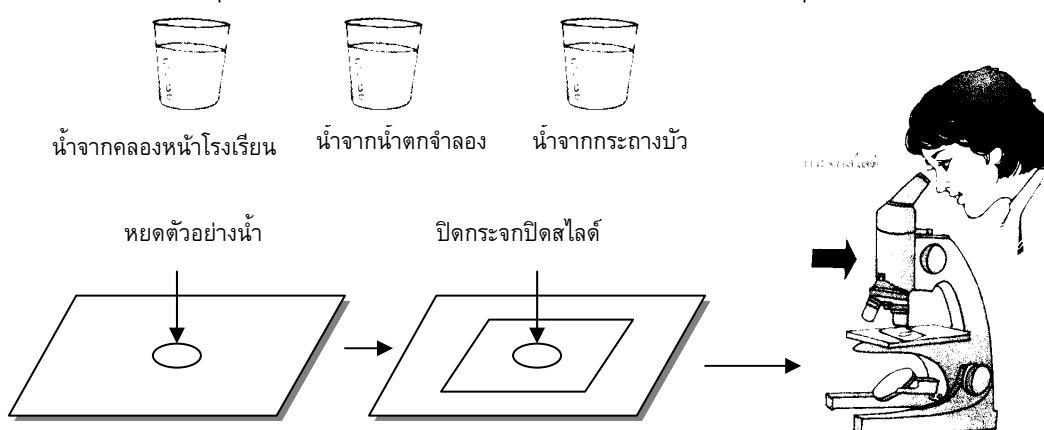
นักเรียนสามารถบอกชื่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ ในคลองหน้าโรงเรียน น้ำตกจำลอง และกระถางบัวได้

### \* อุปกรณ์

1. กล้องจุลทรรศน์
2. ขวดพลาสติกใส
3. กระจกสไลด์
4. กระจกปิดสไลด์
5. หลอดหยด
6. กระดาษชำระ

### \* วิธีปฏิบัติกิจกรรม

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้ขวดพลาสติกตักน้ำจากแหล่งเรียนรู้ คลองหน้าโรงเรียน น้ำตกและ กระถางบัว ประมาณครึ่งขวด เลือกเพียงกลุ่มละ 1 แหล่ง
2. หยดน้ำลงบริเวณตรงกลางของกระจกสไลด์จำนวน 1-2 หยด ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ ซับน้ำบนกระจกสไลด์ให้แห้งแล้ววางบนแท่นวางสไลด์
3. สังเกตลักษณะของสิ่งมีชีวิตจากกล้องจุลทรรศน์ ระบุชื่อสิ่งมีชีวิตที่พบโดยเปรียบเทียบจากภาพสิ่งมีชีวิตเล็กๆในแหล่งน้ำจืดที่อยู่ในใบความรู้ พร้อมทั้งวาดภาพลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่พบ บอกกำลังขยายที่ใช้ดูภาพ ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอลักษณะสิ่งมีชีวิตที่พบจากการสังเกตจากกล้องจุลทรรศน์ หน้าชั้น



หมายเหตุ เวลาตักตัวอย่างน้ำควรตักบริเวณริมตลิ่งและควรตักพืชหรือใบไม้ติดมากด้วย

### /แบบฝึกหัดก่อนทำกิจกรรม

1. วัตถุประสงค์กิจกรรมคืออะไร (นักเรียนสามารถบอกชื่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ ในคลองหน้าโรงเรียน น้ำตกจำลอง และกระถางบัวได้)

2. นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตที่พบจากแหล่งน้ำต่างกันเหมือนหรือต่างกันอย่างไร(น่าจะมีความแตกต่างกันเนื่องจากคุณลักษณะของน้ำแต่ละแหล่งมีลักษณะแตกต่างกัน)

### \*บันทึกผลการสังเกต

คำชี้แจง : ให้นักเรียนนำตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำตัวอย่าง คลองหน้าโรงเรียน น้ำตกจำลอง กระถางบัวเพียง

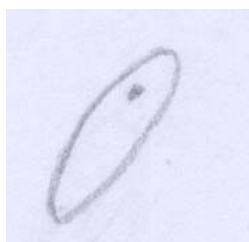
1 แหล่ง สังเกตลักษณะสิ่งมีชีวิตจากกล้องจุลทรรศน์ ระบุชื่อและวาดภาพสิ่งมีชีวิตที่พบ

แหล่งที่ศึกษา คลองหน้าโรงเรียน น้ำตกจำลอง กระถางบัว

ชื่อสิ่งมีชีวิต ยูกลิโน

จำนวน 3

ลักษณะ ลำตัวกลม มีขี้เลื่อย

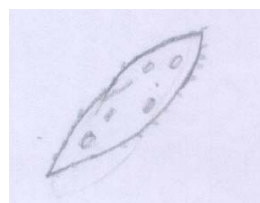


กำลังขยาย 100 x

ชื่อสิ่งมีชีวิต พารามีเซียม

จำนวน 2

ลักษณะ คล้ายรองเท้าแตะ



กำลังขยาย 100 x

ชื่อสิ่งมีชีวิต ฟากัส

จำนวน 3

ลักษณะ ลำตัวแบน ตาสีแดง  
มีจุดสีเขียวนูน



กำลังขยาย 100 x

ชื่อสิ่งมีชีวิต หนอนตัวแบน

จำนวน 1

ลักษณะ ลำตัวกลมยาว



กำลังขยาย 40 x

ชื่อสิ่งมีชีวิต ยูโพลเทส

จำนวน 1

ลักษณะ ลำตัวกลม มีซี่เลีย



กำลังขยาย 100 x

ชื่อสิ่งมีชีวิต โรติเฟอร์

จำนวน 1

ลักษณะ ลำตัวกลม ส่วนหางเป็น

1/ลิ้ง



กำลังขยาย 100 x

**\* คำชี้แจง :** นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอลักษณะสิ่งมีชีวิตที่พบ หน้าชั้นเรียน

(นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอลักษณะสิ่งมีชีวิตที่แต่ละกลุ่มพบตามจริง)

#### \* สรุปผลการสำรวจ

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปผลจากการสำรวจสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยสังเกตลักษณะสิ่งมีชีวิตจากกล้องจุลทรรศน์

(สิ่งมีชีวิตที่พบจากแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง คือ คลองหน้าโรงเรียน น้ำตกจำลอง และกระถางบัว เช่น ฟากัส

(Phacus) , ยูกลีนา (Euglena) สิ่งมีชีวิตที่พบในแหล่งน้ำคลองหน้าโรงเรียนและในกระถางบัว เช่น วอลวอกซ์

(Volox) , พารามีเซียม (Paramecium) สิ่งมีชีวิตที่พบในกระถางบัวและน้ำตกจำลอง เช่น ยูโพลเทส (Euplotes)

สิ่งมีชีวิตที่พบในคลองหน้าโรงเรียน เช่น คริปโตโมนาส (Cryptomonas) )

#### /แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

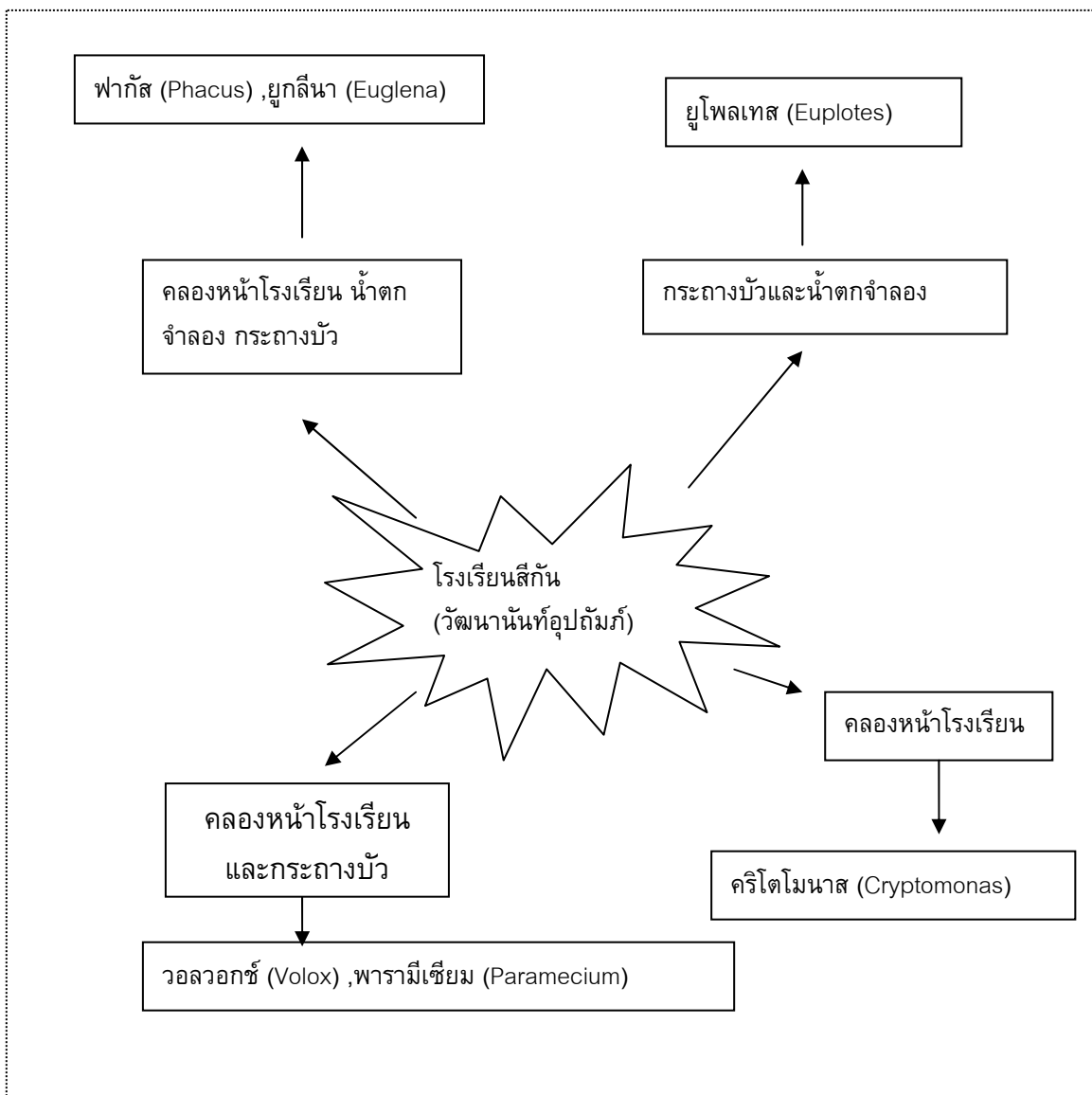
1. บริเวณที่ศึกษาต่างกันสิ่งมีชีวิตที่พบเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร (แตกต่างกัน เพราะสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด

ต้องการปัจจัยในการดำรงชีวิตแตกต่างกัน เช่น เรื่องอาหาร แหล่งที่อยู่ ปริมาณก๊าซออกซิเจน )

2. ผลการสำรวจถ้าในน้ำไม่มีพืชเลย ระบบนิเวศจะเป็นอย่างไร (ปริมาณก๊าซออกซิเจนในน้ำจะต่ำ น้ำจะเน่าเสีย และสิ่งมีชีวิตในน้ำจะตายเพราะขาดอาหาร)

3. ผลการสำรวจถ้าในน้ำไม่มีสิ่งมีชีวิตที่เป็นสัตว์เลยระบบนิเวศจะเป็นอย่างไร (ระบบนิเวศจะไม่สมดุล พืชอาจจะตายด้วย เพราะ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่พืชสังเคราะห์แสงได้จากการหายใจของสัตว์)

4. ผลการสำรวจนำมาเขียน แผนผังมโนทัศน์สรุปความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งที่อยู่กับสิ่งมีชีวิต



### เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

\* ก่อนทำกิจกรรมให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องระบบนิเวศให้เข้าใจก่อน

**\* ตอนที่ 1 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน**

**\* จุดประสงค์**

1. ระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน และ อาหารที่สิ่งมีชีวิตนั้นบริโภคได้
2. อธิบายการถ่ายทอดพลังงานในเชิงอาหาร และ เขียนความสัมพันธ์ของห่วงโซ่อาหาร

สายใยอาหาร และ ปริมาณอาหารได้

**\* อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้**

1. แหล่งเรียนรู้สวนหย่อมหน้าอาคาร 1 เรือนไทย สนามฟุตบอล
2. ชุดกิจกรรม

**\* วิธีปฏิบัติกิจกรรม**

1. นักเรียนนำข้อมูลจากการสำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน วิเคราะห์ความสัมพันธ์ในเชิงอาหาร
2. บันทึกผลการวิเคราะห์ อภิปรายและสรุปผล
3. เขียนความสัมพันธ์ในเชิงอาหารของสิ่งมีชีวิตที่พบในรูปของ ห่วงโซ่อาหาร สายใยอาหาร และ ปริมาณอาหาร

**/แบบฝึกหัดก่อนทำกิจกรรม**

1. วัตถุประสงค์ของกิจกรรมคืออะไร (1. ระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน และ อาหารที่สิ่งมีชีวิตนั้นบริโภคได้ 2. อธิบายการถ่ายทอดพลังงานในเชิงอาหาร และ เขียนความสัมพันธ์ของห่วงโซ่อาหาร สายใยอาหาร และ ปริมาณอาหารได้)
2. นักเรียนคิดว่าสัตว์แต่ละชนิดบริโภคอาหารเหมือนกันหรือไม่อย่างไร (สัตว์แต่ละชนิดบริโภคอาหารแตกต่างกัน เนื่องจากสัตว์บางชนิดกินพืช บางชนิดกินสัตว์ บางชนิดกินทั้งพืชและสัตว์ และสัตว์บางชนิดกินซาก)

**\* ตารางบันทึกผลการวิเคราะห์**

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนนำผลการสำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน วิเคราะห์อาหารที่สิ่งมีชีวิตบริโภค และ บันทึกผลลงในตาราง

| สิ่งมีชีวิต   | บริเวณที่พบ  | จำนวน<br>(ต้น/ตัว) | อาหารที่บริโภค |              |                    |
|---------------|--------------|--------------------|----------------|--------------|--------------------|
|               |              |                    | ชื่ออาหาร      | บริเวณที่พบ  | จำนวน<br>(ต้น/ตัว) |
| (1. นกกระจอก) | (สนามฟุตบอล) | (10 ตัว)           | (หนอน)         | (สนามฟุตบอล) | (10 ตัว)           |

### ตารางบันทึกผลการวิเคราะห์ (ต่อ)

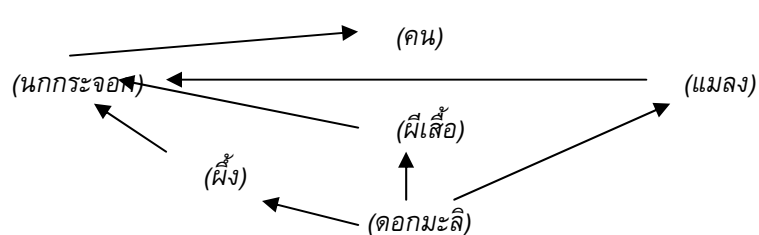
| สิ่งมีชีวิต | บริเวณที่พบ           | จำนวน<br>(ต้น/ตัว) | อาหารที่บริโภค      |                       |                    |
|-------------|-----------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|
|             |                       |                    | ชื่ออาหาร           | บริเวณที่พบ           | จำนวน<br>(ต้น/ตัว) |
| (2. ผึ้ง)   | (สวนหย่อมหน้าอาคาร 1) | (3 ตัว)            | (น้ำหวานจากดอกไม้)  | (สวนหย่อมหน้าอาคาร 1) | (มากกว่า 10 ดอก)   |
| (3. หอย)    | (กระถางบัว)           | (6 ตัว)            | (ตะไคร่น้ำ)         | (กระถางบัว)           | (มากกว่า 10 ต้น)   |
| (4. คน)     | (บริเวณโรงเรียน)      | (2300 คน)          | (ข้าวและเนื้อสัตว์) | (โรงอาหาร)            | (2300 จาน)         |
| (5. สุนัข)  | (บริเวณโรงเรียน)      | (1 ตัว)            | (ข้าวและเนื้อสัตว์) | (โรงอาหาร)            | (1 จาน)            |
| (6. แมว)    | (บริเวณโรงเรียน)      | (1 ตัว)            | (ข้าวและปลา)        | (โรงอาหาร)            | (1 จาน)            |

**คำชี้แจง :** นำข้อมูลจากผลวิเคราะห์สิ่งมีชีวิตและอาหารที่บริโภค เขียนความสัมพันธ์ของการถ่ายทอดพลังงานแบบห่วงโซ่อาหาร สายใยอาหาร และปิระมิดอาหาร

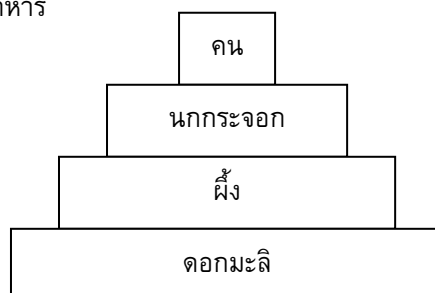
ห่วงโซ่อาหาร

(น้ำหวานดอกมะลิ) → (ผึ้ง) → (นกกระจอก) → (แมว)

สายใยอาหาร



ปิระมิดอาหาร



### \* สรุปผลการสำรวจ

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปผลการวิเคราะห์สิ่งมีชีวิตและอาหารที่บริโภค ความสัมพันธ์ของการถ่ายทอดพลังงานในเชิงอาหาร

1. พืชเป็นผู้สร้างอาหาร และเปลี่ยนแร่ธาตุในดินมาใช้ในการเจริญเติบโต
2. สัตว์บางชนิดกินพืชเป็นอาหารอย่างเดียว สัตว์บางชนิดกินสัตว์เป็นอาหารอย่างเดียว สัตว์บางชนิดกินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหารและบางชนิดกินซาก)

### /แบบฝึกหัดหลังทำกิจกรรม

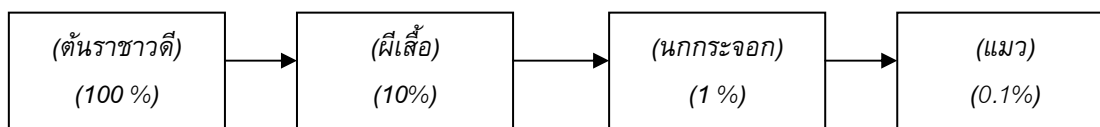
1. ผลการสำรวจจงยกตัวอย่างห่วงโซ่อาหารมา 1 ห่วงโซ่ แล้วนำมาเขียนเป็นลำดับชั้นอาหารและหน้าที่เชิงอาหาร

#### ตัวอย่างห่วงโซ่อาหาร

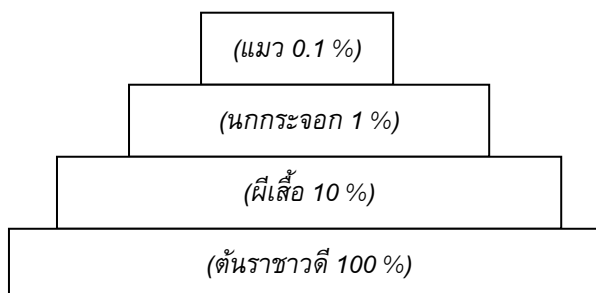
ต้นราชวดี → ผีเสื้อ → นกกระจอก → แมว

| ลำดับชั้นของอาหาร<br>(Trophic level) | สิ่งมีชีวิต | หน้าที่เชิงอาหาร                                   |
|--------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------|
| (4)                                  | (แมว)       | (สัตว์กินทั้งพืชและสัตว์หรือผู้บริโภคลำดับสุดท้าย) |
| (3)                                  | (นกกระจอก)  | (สัตว์กินทั้งพืชและสัตว์หรือผู้บริโภคลำดับที่สอง)  |
| (2)                                  | (ผีเสื้อ)   | (สัตว์กินพืชหรือผู้บริโภคลำดับแรก)                 |
| (1)                                  | (ต้นราชวดี) | (ผู้ผลิต)                                          |

2. จากข้อ 1 จงเขียนแผนภาพการถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหาร ตามกฎ 10 เปอร์เซ็นต์ และบอกพลังงานในแต่ละลำดับชั้นของการถ่ายทอดพลังงานสูญเสียอย่างไร



3. จากข้อ 2 จงเขียนแผนภาพปิระมิดพลังงาน





## \* ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในบริเวณบ้านและชุมชน

### \* จุดประสงค์

1. ระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตและอาหารที่บริโภค ในแหล่งเรียนรู้บริเวณบ้านและชุมชนได้
2. อธิบายการถ่ายทอดพลังงานในเชิงอาหารและเขียนความสัมพันธ์ของห่วงโซ่อาหาร สายใยอาหาร และปิระมิดอาหารในแหล่งเรียนรู้บริเวณบ้านและชุมชนได้

### \* อุปกรณ์

1. แหล่งเรียนรู้บริเวณบ้านและชุมชน
2. ชุดกิจกรรม

### \* วิธีปฏิบัติกิจกรรม

1. นักเรียนแต่ละคนสำรวจสิ่งมีชีวิตและอาหารที่บริโภคในบริเวณบ้านและชุมชน รวบรวมข้อมูลของสมาชิกในกลุ่มบันทึกลงในตาราง
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและอาหารที่บริโภค อภิปรายและสรุปผล
3. เขียนความสัมพันธ์ในเชิงอาหารของสิ่งมีชีวิตที่พบในรูปของ ห่วงโซ่อาหาร สายใยอาหาร และปิระมิดอาหาร

### /แบบฝึกหัดก่อนทำกิจกรรม

1. วัตถุประสงค์ของกิจกรรมคืออะไร (1.ระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตและอาหารที่บริโภค ในแหล่งเรียนรู้บริเวณบ้านและชุมชนได้ 2. อธิบายการถ่ายทอดพลังงานในเชิงอาหารและเขียนความสัมพันธ์ของห่วงโซ่อาหาร สายใยอาหาร และปิระมิดอาหารในแหล่งเรียนรู้บริเวณบ้านและชุมชนได้)
2. นักเรียนคิดว่าการถ่ายทอดพลังงานในเชิงอาหารบริเวณบ้านและชุมชนจะเหมือนหรือ แตกต่างจากในบริเวณโรงเรียนอย่างไร (น่าจะเหมือนกัน เนื่องจากสิ่งมีชีวิตมีทั้งชนิดและปริมาณใกล้เคียงกัน)

### \* ตารางบันทึกผลการสำรวจ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนนำผลการสำรวจระบบนิเวศในบริเวณบ้านและชุมชน วิเคราะห์อาหารที่ สิ่งมีชีวิตบริโภค และบันทึกผลลงในตาราง

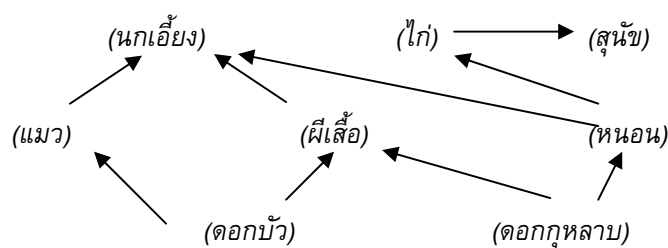
| สิ่งมีชีวิต    | บริเวณที่พบ    | จำนวน   | อาหารที่บริโภค     |               |         |
|----------------|----------------|---------|--------------------|---------------|---------|
|                |                |         | ชื่ออาหาร          | บริเวณที่พบ   | จำนวน   |
| (1. ต้นราชวดี) | (หน้าบ้าน)     | (5 ต้น) | (ซากพืชซากสัตว์)   | (หน้าบ้าน)    | (มาก)   |
| (2. ไก่)       | (บ้าน)         | (6 ตัว) | (ข้าวเปลือก)       | (บ้าน)        | (มาก)   |
| (3. ดอกกุหลาบ) | (บ้าน)         | (3 ต้น) | (ซากพืชซากสัตว์)   | (บ้าน)        | (มาก)   |
| (4. ปลา)       | (ลำคลอง)       | (มาก)   | (ลูกน้ำ)           | (ลำคลอง)      | (มาก)   |
| (5. นกเอี้ยง)  | (ลานริมถนน)    | (3 ตัว) | (ข้าว)             | (ลานริมถนน)   | (มาก)   |
| (6. แมว)       | (สนามหญ้า)     | (1 ตัว) | (หนู)              | (ท่อระบายน้ำ) | (1 ตัว) |
| (7. สุนัข)     | (ริมถนน)       | (3 ตัว) | (ข้าว)             | (ริมถนน)      | (มาก)   |
| (8. ผีเสื้อ)   | (ดอกไม้ริมถนน) | (1 ตัว) | (น้ำหวานจากดอกไม้) | (ริมถนน)      | (มาก)   |

**คำชี้แจง :** นำข้อมูลจากผลวิเคราะห์สิ่งมีชีวิตและอาหารที่บริโภคจากแหล่งเรียนรู้บริเวณบ้านและชุมชน  
เขียนความสัมพันธ์ของการถ่ายทอดพลังงานในเชิงอาหาร

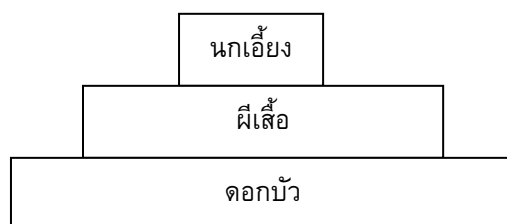
ห่วงโซ่อาหาร

(ดอกบัว) → (ผีเสื้อ) → (นกเอี้ยง)

สายใยอาหาร



ปิระมิดอาหาร



#### \* สรุปผลการสำรวจ

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในเชิงอาหาร

(1. พืชเป็นผู้ผลิต และเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตในบริเวณบ้านและชุมชน 2. สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดสามารถบริโภคอาหารได้มากกว่า 1 ชนิด ยิ่งถ้ามีสายใยอาหารที่ซับซ้อนระบบนิเวศจะสมดุล)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ความสัมพันธ์เชิงอาหารหวั่นถูกรบกวนซึ่งไปทางผู้บริโภคเสมอ

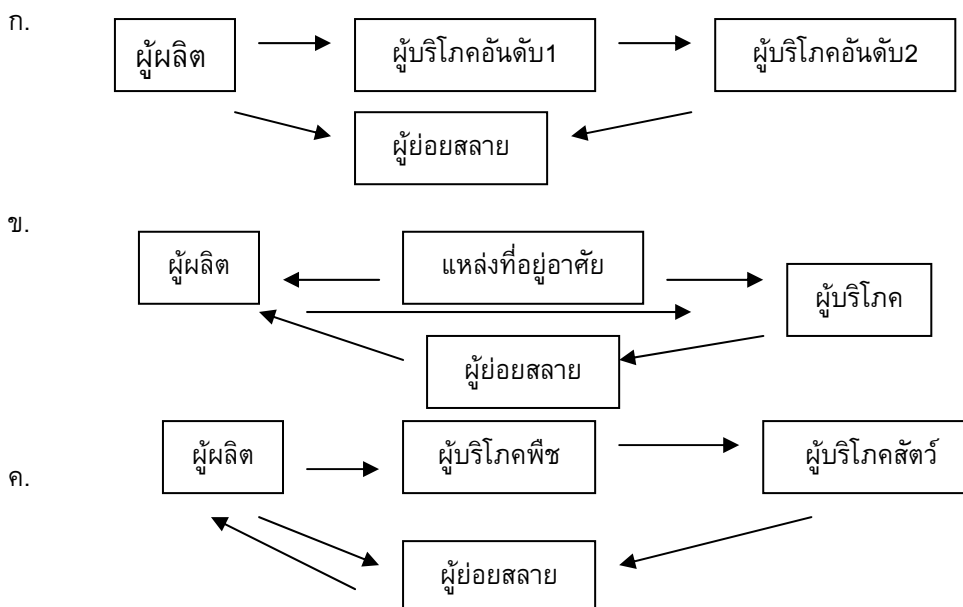
#### /แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

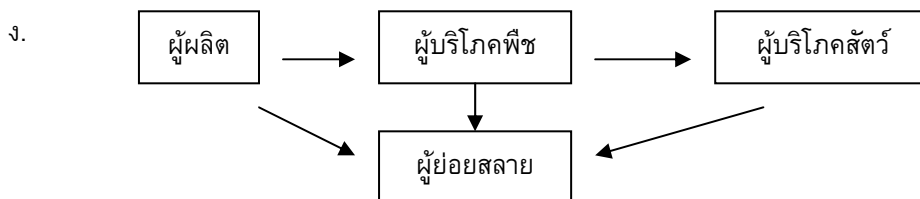
1. ในสายใยอาหารจากผลการสำรวจถ้ามีสิ่งมีชีวิตในระดับอาหารถูกทำลายหมดเกิดผลกระทบอย่างไร เพราะเหตุใด (ไม่มีสิ่งมีชีวิตเหลืออยู่เลย เนื่องจากขาดอาหาร พืชจะตาย เพราะไม่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจของสัตว์)

2. จากการสำรวจการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศจงวิเคราะห์ภาพห่วงโซ่อาหารนี้
  - 2.1 ผู้ผลิตคืออะไร (หญ้า พืชผัก ต้นไม้)
  - 2.2 ผู้บริโภคลำดับแรกคืออะไร (หนู กระต่าย กวาง )
  - 2.3 ผู้บริโภคลำดับสองคืออะไร (อีเห็น นกฮูก สิงโต )
  - 2.4 สิ่งมีชีวิตใดที่เปลี่ยนอินทรีย์สารให้เป็นอนินทรีย์สาร (ผู้ย่อยสลาย)
3. ถ้านักเรียนให้สารฆ่าแมลงปราบศัตรูพืชพวกแมลง หอยเชอรี่ ปูนา เพื่อไม่ให้ทำลายต้นข้าวจะเกิดสิ่งใดกับระบบนิเวศ นักเรียนคิดว่าควรให้สารฆ่าแมลงหรือไม่ อย่างไร (ไม่ควรใช้สารเคมีฆ่าแมลง เนื่องจากทำให้ห่วงโซ่อาหารขาดหายไปเป็นบางช่วงทำให้ระบบนิเวศขาดสมดุล)
4. ถ้ามีนกมากินต้นกล้านักเรียนจะมีวิธีแก้ไขอย่างไร (ใช้ปะทัดไถ่นก ใช้หุ่นไล่กาไล่นก)

### /แบบทดสอบหลังเรียน

1. ระบบนิเวศแบ่งเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง
  - ก. 2 ประเภท บนบก,ในน้ำ
  - ข. 3 ประเภท บนบก,น้ำจืด,น้ำเค็ม
  - ค. 4 ประเภท บนบก,น้ำจืด,น้ำเค็ม,โลก
  - ง. 5 ประเภท บนบก,น้ำจืด,น้ำเค็ม,น้ำกร่อย, โลก
2. “ ใต้ขอนไม้ใหญ่เราจะพบปลวกและไส้เดือนดินเสมอ ” ข้อความนี้ตรงกับความหมายในข้อใดมากที่สุด
  - ก. ประชากร
  - ข. แหล่งที่อยู่
  - ค. ระบบนิเวศ
  - ง. กลุ่มสิ่งมีชีวิต
3. ข้อใดแสดงความสัมพันธ์ในระบบนิเวศได้สมบูรณ์ที่สุด

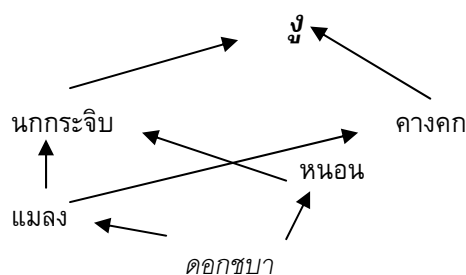




4. เพราะเหตุใดการเขียนห่วงโซ่อาหารหรือสายใยอาหาร หัวลูกศรต้องชี้ไปยังผู้บริโภคเสมอ

- ก. ทิศทางการถ่ายทอดแร่ธาตุ
- ข. ทิศทางการถ่ายทอดสารทุกชนิด
- ค. ทิศทางการถ่ายทอดพลังงานเคมี
- ง. ทิศทางการถ่ายทอดพลังงานจลน์

จงศึกษาสายใยอาหารนี้แล้วตอบคำถามข้อ 5 - 6



5. สิ่งมีชีวิตในข้อใดสามารถเปลี่ยนสารอินทรีย์เป็นสารอนินทรีย์ได้

- ก. ฝีเสื้อ
- ข. คางคก
- ค. ดอกชบา
- ง. ไม่ปรากฏในแผนภาพนี้

6. ถ้าในสายใยอาหารนี้นกกะจิบถูกกำจัดหมดจะเกิดเหตุการณ์ใดขึ้น

- ก. หนอนจำนวนลดลง
- ข. คางคกจำนวนลดลง
- ค. แมลงเพิ่มจำนวนขึ้น
- ง. ดอกชบาเพิ่มจำนวนขึ้น

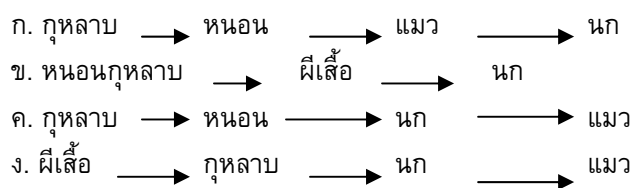
7. ถ้าต้องการให้โรงเรียนมีฝีเสื้อจำนวนมากควรทำอย่างไร

- ก. กำจัดนกในบริเวณโรงเรียน
- ข. ปลูกพืชพวกไม้ดอกเพิ่มขึ้น
- ค. ทำความสะอาดบริเวณโรงเรียน
- ง. เลี้ยงสัตว์หลายชนิดบริเวณโรงเรียน

8. ขยะมูลฝอยจะล้นโลก ถ้าระบบนิเวศขาดสิ่งมีชีวิตข้อใด

- ก. มนุษย์
- ข. ผู้ผลิต
- ค. ผู้บริโภค
- ง. ผู้ย่อยสลาย

9. ผีเสื้อวางไข่บนใบกุหลาบ ไข่ฟักเป็นหนอนกินใบกุหลาบ นกมากินหนอน แมวตะครุบนกกระจิบกินเป็นอาหาร ความสัมพันธ์ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้เขียนเป็นห่วงโซ่อาหารจะมีลักษณะอย่างไร



10. แหล่งพลังงานที่สำคัญในโลกมาจากแหล่งใด

- ก. พลังงานน้ำตก
- ข. พลังงานน้ำมัน
- ค. พลังงานไฟฟ้า
- ง. พลังงานแสงอาทิตย์

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

1. ก    2. ง    3. ค    4. ค    5. ง    6. ค    7. ข    8. ง    9. ค    10. ง

## ชุดกิจกรรมที่ 2

### เรื่องที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพในบริเวณโรงเรียน

\* ก่อนทำกิจกรรมให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนให้เข้าใจก่อน

\* ตอนที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพบริเวณโรงเรียน

\* จุดประสงค์ : สามารถจำแนกประเภทของสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพ

\* อุปกรณ์

1. แหล่งเรียนรู้บริเวณน้ำตกจำลอง คลองหน้าโรงเรียน ถนนบริเวณหน้าโรงเรียน
2. ชุดกิจกรรม
3. แว่นขยาย

\* วิธีปฏิบัติกิจกรรม

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจสิ่งแวดล้อมในแหล่งเรียนรู้บริเวณน้ำตกจำลอง คลองหน้าโรงเรียน ถนนบริเวณหน้าโรงเรียน

2. สังเกตสิ่งต่างๆ ทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต พร้อมระบุชื่อ ปริมาณและแหล่งที่พบสิ่งมีชีวิตนั้นๆ บันทึกผลลงในตาราง

/แบบฝึกหัดก่อนทำกิจกรรม

1. วัตถุประสงค์ของกิจกรรมคืออะไร (สามารถจำแนกประเภทของสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพ)
2. นักเรียนคิดว่าในบริเวณโรงเรียนมีสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพอะไรบ้าง (คาดว่าน่าจะมีสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่ ก้อนหิน ดิน คอนกรีต เป็นต้น สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ ได้แก่ คน สุนัข หนูว่า มด เป็นต้น)

\* ตารางบันทึกผลการสำรวจสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง : ให้นักเรียนสำรวจสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพในแหล่งเรียนรู้บริเวณน้ำตกจำลอง คลองหน้าโรงเรียน ถนนบริเวณหน้าโรงเรียนสักัน (วัฒนานันท์อุปถัมภ์) และบันทึกผลการสำรวจลงในตาราง

| บริเวณที่สำรวจ     | สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ        |                           |                                    | สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ  |                        |                           |
|--------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|
|                    | ชื่อ                        | จำนวน                     | บริเวณที่พบ                        | ชื่อ                  | จำนวน                  | บริเวณที่พบ               |
| (น้ำตกจำลอง)       | (น้ำ)<br>(หิน)              | (มาก)<br>(มาก)            | (บ่อน้ำตก)<br>(รอบน้ำตก)           | (กล้วยไม้)<br>(ต้นกก) | (10 ต้น)<br>(3 กระถาง) | (ต้นโมกคลา)<br>(บ่อน้ำตก) |
| (คลองหน้าโรงเรียน) | (ดิน)<br>(ขวด)<br>(พลาสติก) | (มาก)<br>(มาก)<br>(5 ขวด) | (ริมตลิ่ง)<br>(ในคลอง)<br>(ในคลอง) | (ต้นหญ้า)             | (มาก)                  | (บริเวณป้ายโรงเรียน)      |
| (ถนนหน้าโรงเรียน)  | (คอนกรีต)<br>(รถยนต์)       | (มาก)<br>(มากกว่า 10 คัน) | (บริเวณถนน)<br>(บริเวณถนน)         | (ต้นชาดัด)            | (มากกว่า 10 ต้น)       | (เกาะกลางถนน)             |

### \* สรุปผลการสำรวจ

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปผลการสำรวจระบบนิเวศทางกายภาพและชีวภาพในแหล่งเรียนรู้ บริเวณน้ำตกจำลอง คลองหน้าโรงเรียน ถนนบริเวณหน้าโรงเรียนบริเวณโรงเรียนสีกัน (วัฒนานครที่อุบลราชธานี) (สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่ น้ำ หิน ดิน ขวดพลาสติก สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ ได้แก่ กล้วยไม้ ต้นนก รูปถ่าย ต้นโกสน หญ้า และ ต้นชาดัด)

### /แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

1. สิ่งแวดล้อมแต่ละแหล่งเรียนรู้เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (มีลักษณะแตกต่างกันทั้งสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ)
2. บริเวณที่สำรวจประกอบด้วยสิ่งแวดล้อมอย่างไร พร้อมทั้งยกตัวอย่าง (บริเวณน้ำตกจำลอง สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่ น้ำและหิน สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ ได้แก่ กล้วยไม้ ต้นรูปถ่าย บริเวณคลองหน้าโรงเรียน สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่ ดินและขวดพลาสติก สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ ได้แก่ ต้นโกสนและต้นหญ้า บริเวณถนนหน้าโรงเรียน สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่ คอนกรีต เศษกระดาษ สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ ได้แก่ ต้นชาดัด มดดำ)
3. นักเรียนจงบอกสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพจากภาพถนนบริเวณหน้าโรงเรียนสีกัน(วัฒนานครที่อุบลราชธานี) มีอะไรบ้าง



(สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่ ดิน คอนกรีต รถยนต์ รถมอเตอร์ไซด์ สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ ได้แก่ ต้นไม้ ต้นหญ้า)

### \* ตอนที่ 2 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพบริเวณคลองหน้าโรงเรียน

#### \* จุดประสงค์

1. สำรวจและรวบรวมข้อมูลลักษณะทั่วไปของคลองหน้าโรงเรียนเกี่ยวกับความกว้าง ความลึก และความเร็วของกระแส
2. สามารถประเมินคุณภาพน้ำคลองหน้าโรงเรียนจากการสำรวจข้อมูลปัจจัยทางกายภาพ และเคมีได้

#### \* อุปกรณ์และสารเคมี

|               |   |     |
|---------------|---|-----|
| 1. สารละลาย A | 1 | ขวด |
| 2. สารละลาย B | 1 | ขวด |
| 3. สารละลาย C | 1 | ขวด |
| 4. สารละลาย D | 1 | ขวด |
| 5. สารละลาย E | 1 | ขวด |
| 6. ขวด บีโอดี | 1 | ขวด |

|                                                |   |       |
|------------------------------------------------|---|-------|
| 7. บิวเร็ต                                     | 1 | อัน   |
| 8. ปิเปตต์                                     | 1 | อัน   |
| 9. ขวดรูปชมพู่                                 | 1 | ขวด   |
| 10. ขวดพลาสติกใสกันแบนขนาด 1 ลิตร ตัดปากขวดออก | 1 | ขวด   |
| 11. แผ่นวัดความชื้นใส                          | 1 | แผ่น  |
| 12. กระต่ายยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์            | 1 | กล่อง |
| 13. เทอร์โมมิเตอร์                             | 1 | อัน   |
| 14. เซลลูลอสก์                                 | 1 | อัน   |
| 15. ตลับเมตร                                   | 1 | อัน   |
| 16. ท่อ พีวีซี ยาว 3 เมตร                      | 1 | อัน   |
| 17. นาฬิกาจับเวลาหรือนาฬิกาที่มีเข็มวินาที     | 1 | เรือน |
| 16. ใบไม้ ขวดพลาสติก                           |   |       |

### \*วิธีปฏิบัติกิจกรรม

- ให้นักเรียนวัดความกว้างและความลึกของคลองหน้าโรงเรียน 3 จุด ตลอดคลองบริเวณหน้าโรงเรียน หาค่าเฉลี่ยความกว้างและความลึก บันทึกผล
- ให้นักเรียนวัดความเร็วของกระแสน้ำคลองหน้าโรงเรียน วัดระยะทาง 10 เมตร แล้วจับเวลาในการเคลื่อนที่ของใบไม้และขวดพลาสติกโดยบอกหน่วยความเร็วเป็นเมตร/วินาที
- ตักน้ำใส่ขวดพลาสติกขนาด 1 ลิตร และบันทึกสีที่เห็นจากข้างขวด ไม่ควรบันทึกสีด้วยการมองดูน้ำจากฝั่ง เพราะอาจเป็นสีจากพื้นใต้น้ำหรือตัวแปรอื่นๆ กรณีที่น้ำเน่าดำส่งกลิ่นเหม็นชัดเจนไม่ต้องตักน้ำขึ้นมาดู บันทึกสีที่เห็นจากฝั่ง
- ดมกลิ่นน้ำในขวดพลาสติก ลงความเห็นกันในกลุ่มว่ากลิ่นเป็นอย่างไร ถ้าน้ำเหม็นมากจนได้กลิ่นจากริมฝั่ง ไม่ต้องตักขึ้นมาดู บันทึกผล
- วางแผนวัดความชื้นใสไว้ที่กันขวดพลาสติกด้านใน ตักน้ำจากคลองหน้าโรงเรียนใส่จนเต็มขวดวางขวดไว้เฉยๆในร่มเงา รอให้น้ำนิ่ง เมื่อน้ำนิ่งก็ดูจากปากขวด และบันทึกหมายเลขสีจางที่สุดที่มองเห็นบนแผ่นวัดความชื้นใส
- ใช้ขวดพลาสติกตักน้ำจากคลองหน้าโรงเรียน แล้วนำขึ้นมาบนฝั่งจุ่มเทอร์โมมิเตอร์ลงไปประมาณ 20 วินาที บันทึกอุณหภูมิ
- หย่อนเซลลูลอสก์ที่ผูกติดกับเชือกที่ทำเครื่องหมายไว้แล้วลงไปให้น้ำจนถึงจุดสุดท้ายที่มองเห็นแผ่นเซลลูลอสก์ อ่านค่าไว้แล้วหย่อนเชือกลงไปอีกเล็กน้อย ค่อยๆดึงขึ้นจนเริ่มมองเห็น เซลลูลอสก์อีกครั้งหนึ่ง อ่านค่าครั้งที่สองแล้วเฉลี่ยค่าทั้งสองเป็นค่าความลึกของการส่องผ่านแสง บันทึกผล
- วัดปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำ โดยใช้ขวดบีโอดีเก็บตัวอย่างน้ำจากคลองหน้าโรงเรียน ให้น้ำล้นพ้นคอขวดปิดฝาให้สนิท ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ
  - เติมสารละลาย A 1 มิลลิลิตร และ B 1 มิลลิลิตร โดยให้ปลายปิเปตต์อยู่ใต้ผิวของตัวอย่างน้ำในขวดบีโอดี
  - ปิดจุกขวด ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ เขย่าอย่างแรงโดยการกลับขวดไปมาประมาณ 15 ครั้งจะเกิดตะกอนสีน้ำตาลปล่อยให้เกิดตะกอน (ถ้าเกิดตะกอนสีขาวแสดงว่าตัวอย่างน้ำไม่มีออกซิเจนละลาย)
  - เปิดจุกออกแล้วเติมสารละลาย C 2.0 มิลลิลิตรโดยปล่อยให้กรดค่อยๆ ไหลลงไปตามข้างๆ คอขวดโดยให้ปลายปิเปตต์อยู่เหนือผิวน้ำปิดจุกเขย่าให้เข้ากันโดยการกลับขวดไปมาจนกระทั่งตะกอนละลายหมด



8.4 ตวงสารละลายตัวอย่างปริมาตร 202 มิลลิลิตร นำสารละลายตัวอย่างใส่ขวดรูปชมพู่ เพื่อใช้ในการไตเตรต

8.5 ไตเตรตสารละลายตัวอย่างด้วย สารละลาย E จนกระทั่งสีเหลืองเริ่มจางลง (สี ฟางข้าว) เติมสารละลาย D 1 มิลลิลิตร จะได้สีน้ำเงิน ไตเตรตต่อไปจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป (ถ้าใช้สารละลาย E ในการไตเตรต 2.0 มิลลิลิตร ตัวอย่างน่าจะมีออกซิเจนละลาย 2.0 มิลลิกรัม / ลิตร ) บันทึกผล

#### /แบบฝึกหัดก่อนทำกิจกรรม

- วัตถุประสงค์ของกิจกรรมคืออะไร 1. สำรวจและรวบรวมข้อมูลลักษณะทั่วไปของคลองหน้าโรงเรียนเกี่ยวกับความกว้าง ความลึก และความเร็วของกระแสน้ำ 2. สามารถประเมินคุณภาพน้ำคลองหน้าโรงเรียนจากการสำรวจข้อมูลปัจจัยทางกายภาพและเคมีได้ )
- นักเรียนคิดว่าสิ่งแวดล้อมทางกายภาพบริเวณคลองหน้าโรงเรียนเป็นอย่างไร (น้ำ หิน ดิน ขยะ กระถางบัว ลูกกรงเหล็ก ป้ายชื่อโรงเรียน)

#### \*บันทึกผลการสำรวจ

- ความกว้าง ความลึก  
ความกว้างเฉลี่ย (3.7) เมตร  
ความลึกเฉลี่ย (0.84) เมตร
- ความเร็วของกระแสน้ำ

| ประเภทวัสดุลอยน้ำ | เวลาเดินทาง (วินาที) |       |       | ค่าเฉลี่ย |
|-------------------|----------------------|-------|-------|-----------|
|                   | 1                    | 2     | 3     |           |
| ใบไม้             | (129)                | (136) | (132) | (131.3)   |
| ขวดพลาสติก        | (120)                | (134) | (131) | (128.3)   |
| อื่นๆ             | (121)                | (135) | (131) | (129)     |
| ค่าเฉลี่ยรวม      |                      |       |       | (129.5)   |

ให้นักเรียน 3 ในช่องที่เหมาะสม

ประเมินอัตราความเร็วของผิวน้ำ

3เร็วมาก                      เร็ว                      เร็วพอใช้                      ช้า                      ช้ามาก  
<10 วินาที                      10-20 วินาที                      21-40 วินาที                      41-100 วินาที                      >100 วินาที

3. สีของน้ำที่เห็นจากขวดพลาสติก

ไม่มีสี    ระวัง ' อย่าเพิ่งสรุปว่าน้ำสะอาด น้ำใสอาจมีสิ่งแปลกปลอมเจือปน

3เทา/ดำ    น้ำเน่าจากสิ่งปฏิกูล

สีอื่นๆ (อธิบาย).....

4. กลิ่น กลิ่นของน้ำ

ไม่มีกลิ่น                      มีกลิ่นบ้างเล็กน้อย                      3มีกลิ่นพอประมาณ  
กลิ่นแรง                      กลิ่นแรงมาก

ความเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับกลิ่น (กลิ่นน้ำเน่าทั่วไป)

5. ความขุ่นใส หมายเลขสีจางที่สุด บนแผ่นวัดความขุ่นใสที่มองเห็นได้

5 ใส

4 ก่อนขำใส

3 ขุ่น

2 ขุ่นมาก

1 (ไม่เห็นอะไร) ขุ่นมากจนไม่เห็นอะไรเลย

6. อุณหภูมิ

อุณหภูมิ (27) องศาเซลเซียส

7. ความเป็นกรด - เบส

pH (8)

8. ค่าความลึกของแสงส่องผ่าน

ค่าความลึกของแสงส่องผ่านเฉลี่ย(0.35)เมตร

9. ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

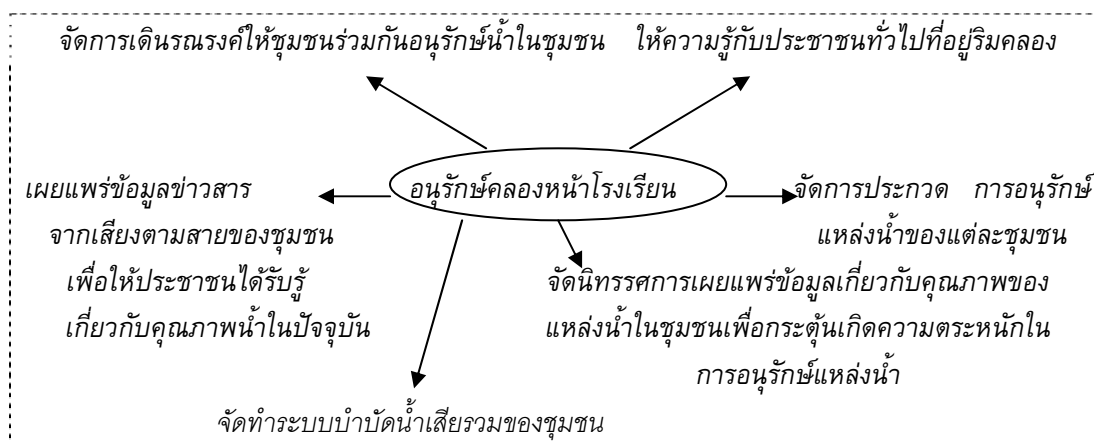
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(DO)(0) มิลลิกรัม/ลิตร

**\*สรุปผลคุณภาพของกายภาพน้ำคลองหน้าโรงเรียน**

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปลักษณะทางกายภาพของคลองหน้าโรงเรียน  
(ลักษณะของคลองโดยทั่วไปมีความกว้างเฉลี่ย 3.7 เมตร ความลึกเฉลี่ย 0.84 เมตร ลักษณะน้ำเป็นน้ำเน่า มีค่าDO 0 มิลลิกรัม/ลิตร ไม่มีสัตว์น้ำให้เห็น)

/ แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

1. นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิมีผลต่อปริมาณก๊าซออกซิเจนหรือไม่อย่างไร(มีผล ถ้าปริมาณอุณหภูมิสูง ปริมาณก๊าซออกซิเจนค่อนข้างต่ำ)
2. นักเรียนคิดว่า มีปัจจัยอะไรบ้างที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในคลองหน้าโรงเรียน (ปริมาณก๊าซออกซิเจน ปริมาณแสงที่ส่องผ่านน้ำ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์)
3. ถ้านักเรียนได้รับมอบหมายให้ปรับปรุงน้ำในคลองหน้าโรงเรียน นักเรียนคิดว่าควรจะทำ อย่างไร(1. ไม่ทิ้งขยะลงในคลองหน้าโรงเรียน 2. ป้องกันไม่ใช้เศษขยะและสารอินทรีย์ทั้งหลายลงไปในแหล่งน้ำ 3. สร้างระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยทิ้งลงแหล่งน้ำ 4. สร้างถังดักไขมันบริเวณโรงอาหาร เพื่อดักไขมันจากน้ำเสียบริเวณโรงอาหาร)
4. ผลจากการสำรวจ จงเขียนผังมโนทัศน์การอนุรักษ์น้ำคลองหน้าโรงเรียน



## เรื่องที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต

\* ก่อนนักเรียนทำกิจกรรมให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม  
ในบริเวณโรงเรียนให้เข้าใจก่อน

\* จุดประสงค์ : อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันที่อาศัยอยู่ร่วมกัน  
พร้อมทั้งยกตัวอย่างอื่นประกอบได้

\* อุปกรณ์

1. แหล่งเรียนรู้บริเวณโรงเรียน
2. ชุดกิจกรรม

\* วิธีปฏิบัติกิจกรรม

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลผลการสำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียนและสิ่งมีชีวิต  
ในน้ำ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต
2. นำเสนอผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างชนิด โดยเขียนผังมโนทัศน์

/แบบฝึกหัดก่อนทำกิจกรรม

1. วัตถุประสงค์ของกิจกรรมนี้คืออะไร (อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันที่อาศัยอยู่ร่วมกัน  
พร้อมทั้งยกตัวอย่างอื่นประกอบได้)
2. นักเรียนคิดว่าจากภาพสิ่งมีชีวิตข้างล่างนี้มีความสัมพันธ์กันอย่างไร



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2

(ภาพที่ 1 ไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากเป็นจักรยานเป็นสิ่งไม่มีชีวิต ภาพที่ 2 เป็นภาวะล่าเหยื่อ โดยแมว  
เป็นผู้ล่าส่วนหนูเป็นเหยื่อ)

\* ตารางบันทึกผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างชนิด

คำชี้แจง : ให้นักเรียนนำผลการสำรวจระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียนสัก (พัฒนานันท์อุปถัมภ์) และสิ่งมีชีวิต  
ในน้ำ วิเคราะห์ความสัมพันธ์และบันทึกผลลงในตาราง

| ชื่อสิ่งมีชีวิตที่สัมพันธ์กัน | การได้และเสียประโยชน์ |                      |                                  | ประเภทของ<br>ความสัมพันธ์ |
|-------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------|
|                               | ฝ่ายได้<br>ประโยชน์   | ฝ่ายเสีย<br>ประโยชน์ | ฝ่ายที่ไม่ได้ไม่<br>เสียประโยชน์ |                           |
| คู่ที่ 1 (ผึ้งกับดอกบัว)      | (ผึ้งและดอกบัว)       | (-)                  | (-)                              | (ภาวะได้ประโยชน์ร่วมกัน)  |
| คู่ที่ 2 (เห็ดย่อยต่อไม้ผุ)   | (เห็ด)                | (-)                  | (ต่อไม้)                         | (ภาวะย่อยสลาย)            |
| คู่ที่ 3 (เห็บดูดเลือดสุนัข)  | (เห็บ)                | (สุนัข)              | (-)                              | (ภาวะปรสิต)               |

ตารางบันทึกผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างชนิด (ต่อ)

| ชื่อสิ่งมีชีวิตที่สัมพันธ์กัน                      | การได้และเสียประโยชน์        |                  |                              | ประเภทของความสัมพันธ์ |
|----------------------------------------------------|------------------------------|------------------|------------------------------|-----------------------|
|                                                    | ฝ่ายได้ประโยชน์              | ฝ่ายเสียประโยชน์ | ฝ่ายที่ไม่ได้ไม่เสียประโยชน์ |                       |
| คู่ที่ 4 (ต้นกล้วยไม้อาศัยเกาะบนต้นตะแบก)          | (ต้นกล้วยไม้)                | (-)              | (ต้นตะแบก)                   | (ภาวะอิงอาศัย)        |
| คู่ที่ 5 (กาฝากเกาะอยู่บนต้นตะแบก)                 | (กาฝาก)                      | (ต้นตะแบก)       | (-)                          | (ภาวะปรสิต)           |
| คู่ที่ 6 (ไต้ต้นมะยมไม่มีต้นหญ้า)                  | (-)                          | (ต้นหญ้า)        | (ต้นมะยม)                    | (ภาวะกระทบกระเทือน)   |
| คู่ที่ 7 (ปลวกกินไม้และโปรโตซัวในลำไส้ปลวกย่อยไม้) | (ปลวกและโปรโตซัวในลำไส้ปลวก) | (-)              | (-)                          | (ภาวะพึ่งพิง)         |
| คู่ที่ 8 (แมวจับหนู)                               | (แมว)                        | (หนู)            | (-)                          | (ภาวะล่าเหยื่อ)       |

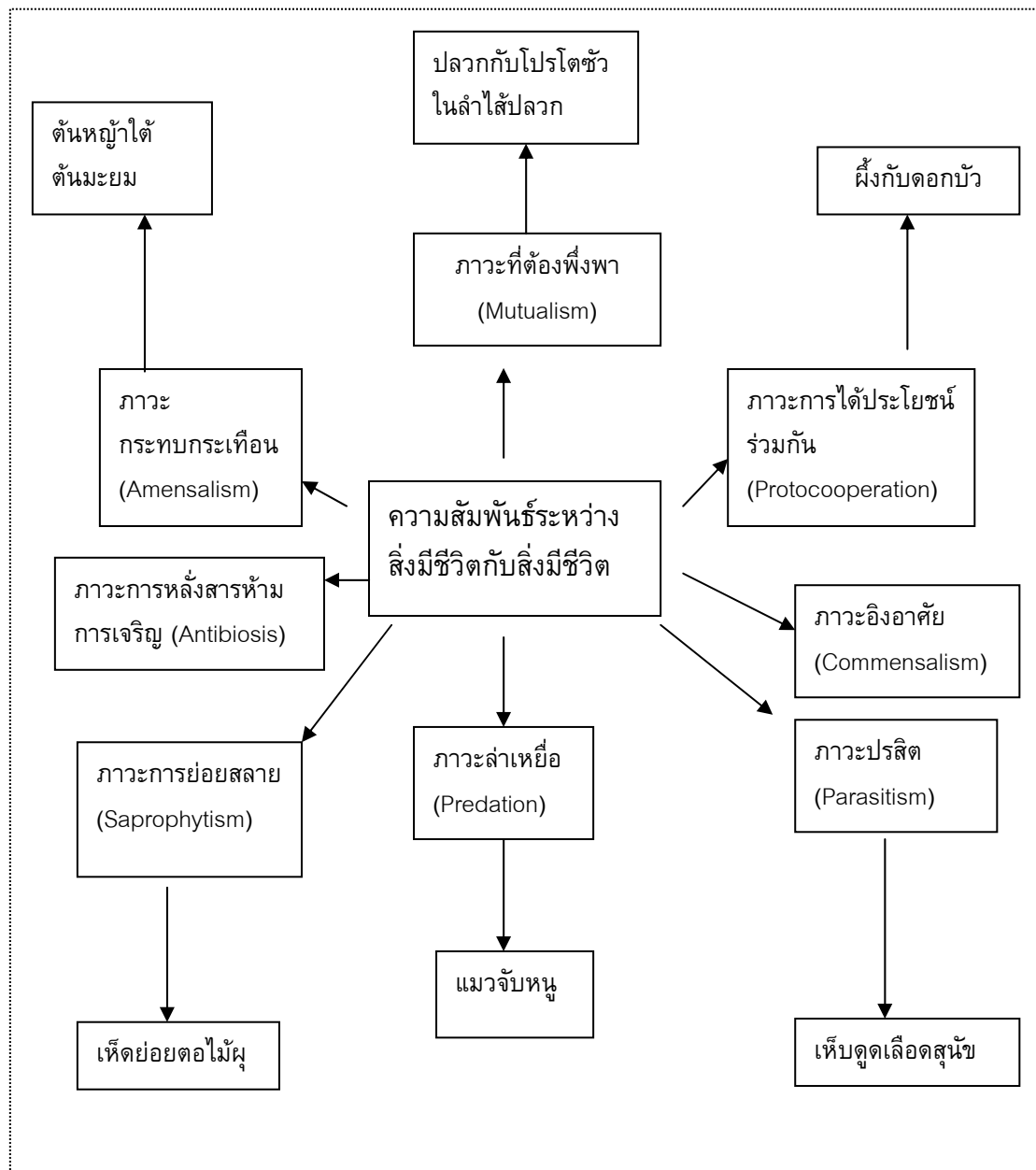
\* สรุปผลการสำรวจ

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันเกี่ยวกับการได้และการเสียประโยชน์ในระบบนิเวศ (ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่พบในบริเวณโรงเรียน มีดังนี้ 1. ต่างฝ่ายต่างได้ประโยชน์ร่วมกัน เช่น ผีเสื้อกับดอกไม้ ปลวกกับโปรโตซัวในลำไส้ปลวก เป็นต้น 2. ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์ แต่อีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้ประโยชน์และไม่เสียประโยชน์ เช่น กล้วยไม้เกาะอยู่บนต้นตะแบก เป็นต้น 3. ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์ เช่น ต้นกาฝากเกาะอยู่บนต้นไม้ใหญ่ เป็นต้น)

/ แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

ผังมโนทัศน์ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต

ของระบบนิเวศโรงเรียนสีกัน ( วัฒนานันท์อุปถัมภ์ )



### เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต

\* ก่อนนักเรียนทำกิจกรรมให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนให้เข้าใจก่อน

#### \* จุดประสงค์

4. ระบุปัญหาเกี่ยวกับปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์
5. ออกแบบการทดลองเพื่อพิสูจน์เกี่ยวกับปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์
6. บอกความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต

#### \* อุปกรณ์

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

#### \* วิธีการปฏิบัติกิจกรรม

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์
2. อภิปรายและสรุปความสำคัญปัจจัยทางกายภาพ และชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์
3. ออกแบบการทดลองเพื่อตอบคำถามปัจจัยทางกายภาพ และชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์

#### /แบบฝึกหัดก่อนทำกิจกรรม

1. วัตถุประสงค์ของกิจกรรมคืออะไร (1. ระบุปัญหาเกี่ยวกับปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ 2. ออกแบบการทดลองเพื่อพิสูจน์เกี่ยวกับปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ 3. บอกความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต)
2. ถ้าโลกนี้ไม่มีต้นไม้เกิดผลกระทบอย่างไร (โลกนี้จะขาดแหล่งอาหาร ขาดก๊าซออกซิเจน ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากสัตว์จะมีปริมาณมากทำให้สัตว์ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้)

#### \* ตารางวิเคราะห์

คำชี้แจง : วิเคราะห์สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ โดยทำเครื่องหมาย 3 ในช่องสิ่งมีชีวิตนั้น

| ประเภทของสิ่งแวดล้อม | ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิต                                                                   | ประเภทของสิ่งมีชีวิต |       |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|
|                      |                                                                                                     | พืช                  | สัตว์ |
| สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ | (CO <sub>2</sub> พืชต้องใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง)<br>(O <sub>2</sub> พืชและสัตว์ใช้กระบวนการหายใจ) | 3                    | 3     |

## ตารางวิเคราะห์ (ต่อ)

| ประเภทของสิ่งแวดล้อม | ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิต                                               | ประเภทของสิ่งมีชีวิต |       |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|
|                      |                                                                                 | พืช                  | สัตว์ |
| สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ | (ดิน เป็นแหล่งอาหารแร่ธาตุของพืชแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์)                      | 3                    | 3     |
|                      | (แสง พืชใช้การสังเคราะห์ด้วยแสง สัตว์ช่วงเวลาในการหากินในเวลากลางวันและกลางคืน) | 3                    | 3     |
|                      | (อุณหภูมิ กระบวนการคายน้ำของพืช และการดำรงชีวิตแบบปกติ การจำศีล)                | 3                    | 3     |
|                      | (ลม ช่วยขยายพันธุ์พืช และการอพยพย้ายถิ่นของสัตว์)                               | 3                    | 3     |
| สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ | (ผู้ผลิต)                                                                       | 3                    | 3     |
|                      | (ผู้บริโภค)                                                                     | 3                    | 3     |
|                      | (ผู้ย่อยสลาย)                                                                   | 3                    | 3     |

## \*สรุปผลการอภิปราย

สรุปผลการอภิปรายปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ (ปัจจัยที่มีผลต่อการดำรงชีวิตทั้งพืชและสัตว์ ได้แก่ ปัจจัยทางกายภาพ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์( $\text{CO}_2$ ) ก๊าซออกซิเจน( $\text{O}_2$ ) น้ำ ดิน แสง อุณหภูมิ ลม ปัจจัยทางชีวภาพ เช่น ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย)

## \* ออกแบบการทดลอง

เรื่อง ความสำคัญของปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของพืช

ปัญหา (แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียวหรือไม่)

สมมติฐาน (ถ้านต้นถั่วเขียวได้รับแสงจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าต้นถั่วเขียวที่ไม่ได้รับแสง)

ตัวแปรต้น (แสง)

ตัวแปรตาม (ความสูงของต้นถั่วเขียว)

ตัวแปรควบคุม (สถานที่ กระถาง วัสดุปลูก ปริมาณน้ำที่รด จำนวนเมล็ดถั่วเขียว ปุ๋ย)

อุปกรณ์ (1. กระถาง 2. ถั่วเขียว 3. น้ำ 4. ปุ๋ย 5. กระดาษสีดำ 6. ดิน)

วิธีทดลอง (1. นำดินใส่กระถางประมาณครึ่งกระถาง ใส่เมล็ดถั่วเขียวจำนวน 8 เม็ด จำนวน 2 กระถาง และรดน้ำตอนเช้าทุกวันเวลา 5.00 น. 2. นำกระดาษสีดำทำเป็นถุงคลุมกระถางที่ 1 ส่วนกระถางที่ 2 ไม่ต้องคลุม ทำการทดลองเวลา 1 สัปดาห์ 3. เมื่อเวลาผ่านไป 1 สัปดาห์บันทึกผลโดยการวัดความสูงของต้นถั่วเขียว)

### เรื่อง ความสำคัญของปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของสัตว์

ปัญหา (ปริมาณก๊าซออกซิเจนมีผลต่อการตายของปลาหางนกยูงหรือไม่)

สมมติฐาน (ถ้าปลาหางนกยูงไม่ได้รับก๊าซออกซิเจนปลาจะตาย)

ตัวแปรต้น (ก๊าซออกซิเจน)

ตัวแปรตาม (จำนวนปลาหางนกยูงที่ตาย)

ตัวแปรควบคุม (ตู้ปลา น้ำ อาหาร สถานที่)

อุปกรณ์ ( 1. ตู้ปลา 2. ปลาหางนกยูง 3. เครื่องเติมก๊าซออกซิเจน 4. อาหาร)

วิธีทดลอง (1. ใส่ น้ำในตู้ปลาประมาณ 3 ใน 4 ของตู้ปลา นำปลาหางนกยูงใส่จำนวน 20 ตัว เหมือนกันทั้ง 2 ตู้

2. ตู้ปลาใบที่ 1 มีเครื่องเติมก๊าซออกซิเจน ส่วนตู้ปลาใบที่ 2 ไม่มี 3. ให้อาหารปลาทุกวันเวลา 8.00 น.

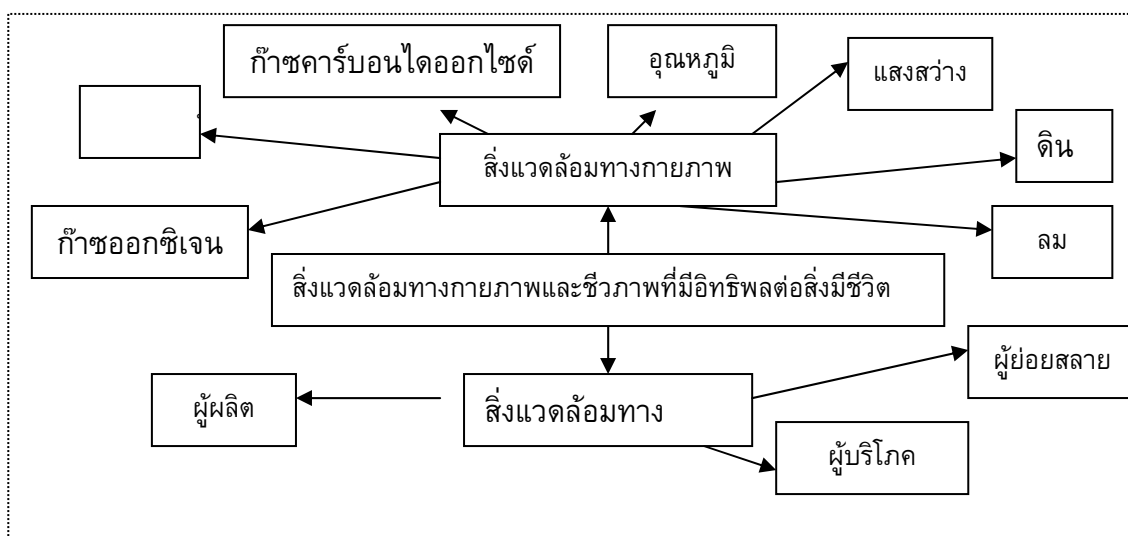
4. บันทึกผลจากการตายของปลาหางนกยูงทุกวันเวลา 7.30 น. ทำการทดลองเป็นเวลา 2 สัปดาห์

### / แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

1. จากผลการวิเคราะห์(ตารางบันทึกผล) จงยกตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ (สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ พืชใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดปริมาณลง เพราะถ้ามีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากสัตว์จะไม่สามารถดำรงชีวิตได้ สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพผู้ผลิตจำพวกพืชขนาดใหญ่มีมากจะทำให้ผู้ผลิตที่เป็นพืชขนาดเล็กจะมีปริมาณน้อย เนื่องจากพืชใหญ่บังแสงผู้ผลิตขนาดเล็กจะไม่สามารถดำรงชีวิตได้ ผู้บริโภค ถ้าผู้บริโภคมีมากพืชจะมีปริมาณน้อย สัตว์ที่เป็นผู้บริโภคอันดับสุดท้ายมาก ผู้บริโภคอันดับต้นๆจะมีปริมาณลดลง ผู้ย่อยสลาย ถ้ามีซากพืชและซากสัตว์มากผู้ย่อยสลายจะมีปริมาณมากตามไปด้วย ถ้ามีผู้ย่อยสลายมากจะมีการย่อยสลายซากพืช ซากสัตว์ได้มากทำให้มีแร่ธาตุมากผู้ผลิตสามารถนำมาเป็นอาหารได้ เช่น เห็ด เป็นต้น ถ้ามีปริมาณผู้ย่อยสลายมากสัตว์พืชจะเพิ่มปริมาณสัตว์ก็จะมีแหล่งอาหารมาก)

2. ถ้าโลกนี้ไม่มีดวงอาทิตย์เกิดผลกระทบอย่างไร (ไม่มีก๊าซออกซิเจน เนื่องจากก๊าซออกซิเจนได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชซึ่งต้องใช้แสง จึงทำให้ไม่มีแหล่งอาหาร)

3. ผลการสำรวจจะเขียนผังมโนทัศน์สรุปสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต





## เรื่องที่ 4 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน

\* ก่อนทำกิจกรรมให้นักเรียนศึกษาไปความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม  
ในบริเวณโรงเรียนให้เข้าใจก่อน

\* จุดประสงค์ : บอกสภาพปัญหา สาเหตุ และแนวทางแก้ปัญหา สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนและรอบ  
โรงเรียนระยะ 500 เมตรได้

\* วิธีปฏิบัติกิจกรรม

4. วิเคราะห์สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนและรอบๆ โรงเรียนระยะ 500  
เมตร

5. แต่ละกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์สาเหตุ และแนวทางแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในบริเวณ  
โรงเรียนและรอบๆ โรงเรียน

6. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการวิเคราะห์

/แบบฝึกหัดก่อนทำกิจกรรม

1. วัตถุประสงค์ของกิจกรรมคืออะไร(บอกสภาพปัญหา สาเหตุ และแนวทางแก้ปัญหา สิ่งแวดล้อมในบริเวณ  
โรงเรียนและรอบโรงเรียนระยะ 500 เมตรได้)

2. นักเรียนต้องการโรงเรียนที่มีสภาพแวดล้อมเป็นอย่างไร(ต้องให้โรงเรียนมีต้นไม้จำนวนมาก สะอาด  
สวยงาม อากาศดีๆ คลองหน้าโรงเรียนน้ำไม่เน่าเสีย)

\* ตารางบันทึกผลการวิเคราะห์

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์สภาพปัญหา สาเหตุ และวิธีแก้ปัญหา สิ่งแวดล้อมในบริเวณ  
โรงเรียนสัก ( วัฒนานันท์อุปถัมภ์ ) และรอบๆ โรงเรียน ระยะ 500 เมตร บันทึกผลลงในตาราง

| สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อม<br>ในบริเวณโรงเรียน    | สาเหตุ                                               | วิธีแก้ปัญหา                                                                          |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| (1. ปัญหาขยะ)                               | (นักเรียนขาดความรู้และขาด<br>จิตสำนึกในการจัดการขยะ) | (ให้ความรู้เรื่องการแยกขยะ การเปลี่ยน<br>ขยะให้มีค่า)                                 |
| (2. ปัญหาน้ำเสีย)                           | (ประชาชนขาดความรับผิดชอบ)                            | (รณรงค์ให้ประชาชนไม่ปล่อยน้ำเสียลง<br>แหล่งน้ำและบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลง<br>แหล่งน้ำ) |
| (3. อากาศเป็นพิษจากควัน<br>รถและเครื่องบิน) | (ปริมาณรถเพิ่มขึ้น)                                  | (ควรปริมาณลดการใช้รถยนต์)                                                             |

### ตารางบันทึกผลการวิเคราะห์ (ต่อ)

| สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมรอบโรงเรียน               | สาเหตุ                               | วิธีแก้ปัญหา                                                            |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| (1. มลพิษทางเสียงการจราจรของรถและเครื่องบิน ) | (ปริมาณรถเพิ่มขึ้น สภาพของรถยนต์)    | (ควรตรวจเช็คสภาพรถให้อยู่ในสภาพที่ดี ถนนรงค์ให้ใช้รถประจำทางให้มากขึ้น) |
| (2. ฝุ่นละอองจากการจราจรและการก่อสร้าง)       | (การขาดความรับผิดชอบของผู้ประกอบการ) | (ใช้กฎหมายควบคุมเรื่องฝุ่นจากการก่อสร้างอย่างเข้มงวด)                   |

### \* สรุปผลการสำรวจและวิเคราะห์

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปสภาพปัญหา สาเหตุ และแนวทางแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนสีกัน ( วัฒนานันท์อุปถัมภ์ ) และบริเวณรอบๆ โรงเรียนระยะ 500 เมตร (สภาพปัญหามลพิษในด้านต่างๆดังนี้ ปัญหายยะ มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ มลพิษทางเสียง สาเหตุเกิดจากการกระทำของมนุษย์ที่ขาดจิตสำนึกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม แก้ไขโดยการสร้าง จิตสำนึกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และบังคับใช้กฎหมายเกี่ยวกับปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมอย่างเข้มงวด)

### / แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

1. ผลการสำรวจสภาพปัญหาสิ่งแวดล้อม จงเขียนคำขวัญ เพื่อการรณรงค์ช่วยกันอนุรักษ์ สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียนสีกัน ( วัฒนานันท์อุปถัมภ์ ) (แยกขยะก่อนทิ้ง , ประหยัดน้ำ ประหยัดไฟ ประหยัดพลังงาน , ปิดไฟหลังจากออกจากห้องเรียนเพื่อประหยัดพลังงาน)
2. นักเรียนคิดว่าปัญหาสิ่งแวดล้อมของชุมชนรอบโรงเรียน 500 เมตร มีอะไรบ้าง มีแนวทางแก้ปัญหาอย่างไร ( 1. ปัญหายยะ ถนนรงค์ให้รู้เรื่องการแยกขยะก่อนทิ้ง รู้จักนำขยะมาเปลี่ยนเป็นเงิน เช่น 1.การขายขวดน้ำของแต่ละคณะสี การทอดผ้าขยะของพระพยอม 2. ปัญหาน้ำเสีย ควรมีการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงแหล่งน้ำ
3. อากาศเป็นพิษ จากควันรถและเครื่องบิน ปลุกต้นไม้เพื่อดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 4. มลพิษทางเสียง การจราจรของรถและเครื่องบิน ถนนรงค์ลดการใช้รถยนต์ 5. ฝุ่นละอองจากการจราจรและการก่อสร้าง บริษัทต้องมีที่กันและมีผ้าคลุมบริเวณก่อสร้าง)
- 3.



จากภาพน้ำในคลองหน้าโรงเรียนสีดำ มีขยะลอยอยู่จำนวนมาก และส่งกลิ่นเหม็น นักเรียนรู้สึกอย่างไร และมีวิธีอนุรักษ์อย่างไร (รู้สึกเศร้าใจ และอยากที่จะหาวิธีแก้ปัญหา น้ำเสีย ไม่ให้มีขยะไม่ส่งกลิ่นเหม็นและสีไม่ดำ ควรบำบัดน้ำเสียก่อนทิ้งลงคลองหน้าโรงเรียน จัดทำโครงการเพื่อนเตือนเพื่อให้มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์แหล่งน้ำ )

4. “ การบำบัดน้ำเสียโดยการใส่น้ำสกัดชีวภาพ เป็นวิธีการแก้ปัญหาหน้าเสียตามธรรมชาติ ประโยชน์ที่ได้รับคือไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศในบริเวณนั้น เมื่อพบว่าแหล่งน้ำบริเวณคลองหน้าโรงเรียนหน้าเสีย เราสามารถแก้ไขได้โดยการเทน้ำสกัดชีวภาพในคลองหน้าโรงเรียนสัปดาห์ละ 1 ครั้ง รวมเวลา 2 เดือน สังเกตเห็นความเปลี่ยนแปลงของน้ำจากสี กลิ่น หรืออาจมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ในน้ำ และให้บันทึกความเปลี่ยนแปลงเป็นช่วงๆ จนสามารถวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำมีค่าเป็นปกติ ” จากสถานการณ์ดังกล่าวถ้านักเรียนต้องการบำบัดน้ำเสียตามวิธีการนี้จะออกแบบกิจกรรมอย่างไร

4.1 ชื่อกิจกรรม (การบำบัดน้ำเสียโดยการใส่น้ำสกัดชีวภาพ)

4.2 จุดประสงค์ของกิจกรรม ( เพื่อให้แหล่งน้ำคลองหน้าโรงเรียนมีค่าออกซิเจนปกติ)

4.3 อุปกรณ์หรือวัสดุที่ใช้ในการทำกิจกรรม

(1.หัวเชื้อจุลินทรีย์ 11 cc

2. กากน้ำตาล 1kg

3. เศษอาหารหรือเศษผัก เปลือกผลไม้ 5 kg

4. น้ำ 1 ลิตร

5. ภาชนะที่ใส่น้ำสกัดชีวภาพมีฝาปิด

6. อุปกรณ์ในการตรวจค่าออกซิเจนในน้ำ (DO))

4.4 ขั้นตอนในการทำกิจกรรม

(1. แบ่งนักเรียนกลุ่มละ 4-5 คน ร่วมกันทำน้ำสกัดชีวภาพ โดยนำเศษอาหารหรือเศษผักเปลือกผลไม้ใส่ในภาชนะมีฝาปิด ใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ กากน้ำตาล น้ำ คลุกให้เข้ากันปิดฝาทิ้งไว้นาน 5 วัน 2. สังเกตสี กลิ่น และวัดปริมาณก๊าซออกซิเจนจากแหล่งน้ำคลองหน้าโรงเรียนบันทึกผล 3. เทน้ำสกัดชีวภาพลงในน้ำคลองหน้าโรงเรียนสัปดาห์ละ 1 ครั้ง บันทึกผลการเปลี่ยนแปลง และวัดปริมาณก๊าซออกซิเจน ทำการทดลองต่อไปเป็นเวลา 2 เดือน)

5. จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน นักเรียนจงวิเคราะห์สถานการณ์ สิ่งแวดล้อมดังรูปข้างล่างนี้



“ภัยแล้ง”คุกคาม! รอ“ฝนหลวง”ชโลมใจ ที่พึ่งสุดท้ายของคนไทย

สถานการณ์ ภัยแล้ง ปีนี้ นับว่ารุนแรงกว่าทุกปีชาวบ้านเกือบทุกภาคของประเทศไทยไม่มีน้ำกินน้ำใช้ทุกหน่วยงานต่างหาทางช่วยเหลือกันซุลมุลไปหมดโดยยึดตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ที่ทรงมีพระราชดำริให้รัฐบาลจัดตั้ง สำนักฝนหลวง 9 แห่งทั่วประเทศไทย เป็นแนวทางบรรเทาทุกข์ปวงชนพสกนิกรอย่างเร่งด่วน เนื่องจากมีพื้นที่เกษตรเสียหายไปกว่า 50,000,000 ไร่ คิดเป็นมูลค่า 700,000,000 บาท ชาวบ้านได้รับความเดือดร้อนมากที่สุดในด้านขาดแคลนน้ำในการอุปโภค-บริโภคและทำการเกษตรกรรม (น้ำมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของทั้งพืชและสัตว์ ถ้าเราตัดต้นไม้ทำลายป่าจะส่งผลให้

ฝนไม่ตกตามฤดูกาล ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำ และรู้สึกซาบซึ้งในพระมหากรุณาธิคุณของ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวที่ทรงห่วงใยพสกนิกรชาวไทย ได้ทรงจัดตั้งหน่วยงานทำฝนเทียม เพื่อแก้ปัญหา ความแห้งแล้งของประชาชนชาวไทย ดังนั้นทุกคนควรตระหนักในความสำคัญของน้ำ ช่วยกันอนุรักษ์น้ำ และ ช่วยกันปลูกต้นไม้ซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร)

### แบบทดสอบหลังเรียน

1. ข้อใดเป็นความหมายของสิ่งแวดล้อม
  - ก. สิ่งต่างๆที่มีชีวิต
  - ข. สิ่งต่างๆที่มนุษย์สร้างขึ้น
  - ค. สิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นเกิดตามธรรมชาติ
  - ง. สิ่งต่างๆรอบตัวเราทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น
2. ปัจจัยใดที่มีผลต่อกลุ่มสิ่งมีชีวิตมากที่สุด
  - ก. ปัจจัยทางกายภาพและชีวเคมี
  - ข. ปัจจัยทางชีวภาพและกายภาพ
  - ค. ปัจจัยทางชีวภาพและเคมีฟิสิกส์
  - ง. ปัจจัยทางกายภาพและเคมีฟิสิกส์
3. น้ำพุบริเวณน้ำตกจำลอง พ่นน้ำเป็นฝอยเพื่ออะไร
  - ก. เพื่อความสวยงาม
  - ข. เพิ่มปริมาณไอน้ำในอากาศ
  - ค. ทำให้กลิ่นต่างๆ ในน้ำระเหยไป
  - ง. เพิ่มออกซิเจนให้แก่น้ำทำให้น้ำไม่เสีย
4. ถ้ามีการจำลองระบบนิเวศปิดแหล่งหนึ่งแล้วขจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้หมด สิ่งมีชีวิตใดจะตายก่อน สิ่งมีชีวิตอื่นๆ
  - ก. ผู้ผลิต
  - ข. ผู้บริโภค
  - ค. ผู้ย่อยสลาย
  - ง. ผู้บริโภคและผู้ย่อยสลาย
5. ถ้านักเรียนนำตู้ปลา 2 ใบ ใส่ปลาจำนวน 5 ตัว และสาหร่ายจำนวน 3 ต้น เหมือนกันแล้วหลังจากนั้น นำไปวางข้างหน้าต่างมีแสงสว่างปกติ ตู้ปลาใบที่ 1 ให้อาหารชนิด A และตู้ปลาใบที่ 2 ให้อาหารชนิด B แล้ว ติดตามผลในเวลาเดียวกันติดต่อกันทุกวัน การกระทำดังกล่าวตัวแปรต้น ที่ศึกษาคืออะไร
  - ก. ระบบนิเวศ
  - ข. ชนิดของอาหาร
  - ค. การตายของปลา
  - ง. โลกของสิ่งมีชีวิต
6. จากข้อ 5 ตัวแปรตามคืออะไร
  - ก. ระบบนิเวศ
  - ข. ชนิดของอาหาร
  - ค. การตายของปลา
  - ง. โลกของสิ่งมีชีวิต

7. จิ้งจอกกับแมลงมีความสัมพันธ์กันแบบใด

- ก. ภาวะพึ่งพา
- ข. การล่าเหยื่อ
- ค. ภาวะเป็นกลาง
- ง. ภาวะการแก่งแย่ง

8. กระต่ายกินพืชเป็นอาหารเสือกินกระต่ายทำให้ปริมาณของกระต่ายมีอยู่ในธรรมชาติอย่างพอเหมาะ สภาพเช่นนี้เรียกว่าอย่างไร

- ง. ภาวะมีปรสิต
- จ. สมดุลธรรมชาติ
- ฉ. โลกของสิ่งมีชีวิต
- ง. วัฏจักรของสิ่งมีชีวิต

9. ชวานาเกี่ยวข้าวอยู่ในทุ่งนา ควายถูกปล่อยให้ยืนกินหญ้าอยู่ริมคันนา โดยมีนกเอี้ยงเกาะหาเห็บอยู่บนหลัง พงษ์ารกเป็นที่หลบภัยของหนูนาจากงูเห่าที่คอยจ้องจะจับกิน ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติที่มีลักษณะได้เปรียบเสียเปรียบในแบบเดียวกันคือกลุ่มใด

- ง. งูเห่ากับหนู และงูเห่ากับเห็บ
- จ. ชวานากับงูเห่า และชวานากับหนู
- ฉ. เห็บกับควาย และเห็บกับนกเอี้ยง
- ง. ควายกับนกเอี้ยง และควายกับชวานา

10. การกระทำในข้อใดเป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน

- ก. ทิ้งขยะในบริเวณโรงเรียน
- ข. ระบายน้ำทิ้งลงในแหล่งน้ำ
- ค. เก็บขวดน้ำพลาสติกไปขาย
- ง. เปิดพัดลมเพื่อระบายอากาศตลอดทั้งวัน

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

1. ง    2. ข    3. ง    4. ก    5. ข    6. ค    7. ข    8. ข    9. ค    10. ค

## ประมวลภาพการวิจัย

ประมวลภาพการทดลองใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์  
เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3  
กลุ่ม 3 คน



ประมวลภาพการทดลองใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์  
เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3  
กลุ่ม 9 คน





ประมวลภาพการทดลองใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์  
เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3  
กลุ่ม 40 คน



ประวัติย่อผู้วิจัย

## ประวัติย่อผู้วิจัย

|                                |                                                                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อ-สกุล                      | นางสาวอรอนงค์ ฟ้าคนอง                                                             |
| วัน เดือน ปีเกิด               | 30 ตุลาคม 2516                                                                    |
| สถานที่เกิด                    | ตำบลวังมะนาว อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี                                           |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน            | 79/184 หมู่ 4 แขวงสีกัน เขตดอนเมือง จังหวัดกรุงเทพมหานคร<br>10210 โทร. 06-6212958 |
| ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน | อาจารย์ 1 ระดับ 5                                                                 |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน           | โรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) เขตดอนเมือง<br>จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10210       |
| ประวัติการศึกษา                |                                                                                   |
| พ.ศ. 2529                      | โรงเรียนวัดสว่างอารมณ์ จังหวัดราชบุรี                                             |
| พ.ศ. 2539                      | คบ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จังหวัดนครปฐม                     |
| พ.ศ. 2549                      | กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ<br>กรุงเทพมหานคร              |